

ICS 27.100

P 60

备案号: J1959—2015

DL

中华人民共和国电力行业标准

P

DL/T 5044 — 2014

代替 DL/T 5044 — 2004

DL/T 5120 — 2000

**电力工程直流电源系统
设计技术规程**

**Technical code for design of DC auxiliary
power supply system for power engineering**

2014-10-15 发布

2015-03-01 实施

国家能源局 发布

中华人民共和国电力行业标准

电力工程直流电源系统
设计技术规程

Technical code for design of DC auxiliary
power supply system for power engineering

DL/T 5044—2014

代替 DL/T 5044—2004

DL/T 5120—2000

主编部门：电力规划设计总院

批准部门：国家能源局

施行日期：2015年3月1日

中国计划出版社

2014 北 京

国家能源局 公告

2014年 第11号

依据《国家能源局关于印发〈能源领域行业标准化管理办法(试行)〉及实施细则的通知》(国能局科技〔2009〕52号)有关规定,经审查,国家能源局批准《压水堆核电厂用碳钢和低合金钢第17部分:主蒸汽系统用推制弯头》等330项行业标准,其中能源标准(NB)71项、电力标准(DL)122项和石油天然气标准(SY)137项,现予以发布。

附件:行业标准目录

国家能源局

2014年10月15日

附件:

行业标准目录

序号	标准编号	标准名称	代替标准	采标号	批准日期	实施日期
.....						
168	DL/T 5044—2014	电力工程直流电源 系统设计技术规程	DL/T 5044—2004 DL/T 5120—2000		2014-10-15	2015-03-01
.....						

前 言

根据《国家能源局关于下达 2010 年第一批能源领域行业标准制(修)订计划的通知》(国能科技[2010]320 号)的要求,规程编制组在认真总结了发电厂、变电站直流电源系统的设计实践经验,吸取了相关科研成果,考虑了我国直流电源系统设备技术发展情况,并广泛征求了有关设计、管理和运行单位意见的基础上,对原《电力工程直流系统设计技术规程》DL/T 5044—2004 和《小型电力工程直流系统设计规定》DL/T 5120—2000 进行修订。

本标准修订后共分 8 章和 7 个附录,保留了《电力工程直流系统设计技术规程》DL/T 5044—2004 的基本框架,本次修订的主要内容是:

1. 标准名称改为《电力工程直流电源系统设计技术规程》;
2. 扩大了规程适用范围;
3. 对部分术语进行调整和修改;
4. 增加对直流电源系统网络规模和供电范围的限制;
5. 取消电气控制用 48V 电压等级的直流蓄电池组;
6. 调整各类电力工程蓄电池组数的设置;
7. 增加对全厂(站)直流控制电压一致性的要求;
8. 调整控制负荷专用蓄电池组事故放电末期出口端电压值;
9. 增加对直流网络接线型式和直流分电柜接线方式的要求;
10. 调整部分直流负荷交流电源事故停电时间和负荷系数;
11. 重点研究直流电源系统保护电器选择性配合,结合厂家验算和试验结果,提出各级保护电器选择性配合原则和直流电缆电压降分配原则;
12. 监控内容增加交流谐波检测、蓄电池组出口熔断器检测等

功能,以及对蓄电池巡检装置的要求等;

13. 增加直流电动机启动设备选择以及 DC/DC 变换装置选择要求;

14. 增加蓄电池室布置安全性的要求;

15. 对蓄电池容量计算方法以及附录、表格进行修改;

16. 修改附录中有关蓄电池、充电装置、直流断路器选择等内容;

17. 在条文说明中增加“典型的直流电源系统保护电器选择性配合计算案例”。

本标准自实施之日起,替代《电力工程直流系统设计技术规程》DL/T 5044—2004 及《小型电力工程直流系统设计规程》DL/T 5120—2000。

本标准由国家能源局负责管理,由电力规划设计总院提出,由能源行业发电设计标准化技术委员会负责日常管理,由中国电力工程顾问集团华北电力设计院有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议,请寄送电力规划设计总院(地址:北京市西城区安德路 65 号,邮政编码:100120)。

本标准主编单位、参编单位、参加单位、主要起草人和主要审查人:

主编单位:中国电力工程顾问集团华北电力设计院有限公司

参编单位:河南省电力勘测设计院

参加单位:北京人民电器厂有限公司、上海良信电器股份有限公司

主要起草人:孙 茗 刘百震 於崇干 盛和乐 陈 萍

贾江涛 李 季 于广耀 赵 琳

主要审查人:黄生睿 陈志蓉 岳 蕾 汪海霞 李淑芳

王 宁 潘 海 王柳琴 陈 跃 李 苇

杨月红 许玉香 关江桥 陈丽琳 王继工

汪少勇 刘淑君 王 丽 杨忠亮

目 次

1	总 则	(1)
2	术 语	(2)
3	系统设计	(5)
3.1	直流电源	(5)
3.2	系统电压	(5)
3.3	蓄电池组	(6)
3.4	充电装置	(8)
3.5	接线方式	(8)
3.6	网络设计	(9)
4	直流负荷	(11)
4.1	直流负荷分类	(11)
4.2	直流负荷统计	(12)
5	保护与监控	(16)
5.1	保护	(16)
5.2	测量、信号和监控要求	(17)
6	设备选择	(19)
6.1	蓄电池组	(19)
6.2	充电装置	(20)
6.3	电缆	(23)
6.4	蓄电池试验放电装置	(25)
6.5	直流断路器	(25)
6.6	熔断器	(26)
6.7	隔离开关	(27)
6.8	降压装置	(27)

6.9	直流柜	(27)
6.10	直流电源成套装置	(28)
6.11	DC/DC变换装置	(29)
6.12	直流电动机启动设备	(29)
7	设备布置	(31)
7.1	直流设备布置	(31)
7.2	阀控式密封铅酸蓄电池组布置	(31)
7.3	固定型排气式铅酸蓄电池组和镉镍碱性蓄电池组布置	(32)
8	专用蓄电池室对相关专业的要求	(33)
8.1	专用蓄电池室的通用要求	(33)
8.2	阀控式密封铅酸蓄电池组专用蓄电池室的特殊要求	(34)
8.3	固定型排气式铅酸蓄电池组和镉镍碱性蓄电池组专用 蓄电池室的特殊要求	(34)
附录 A	直流断路器选择	(35)
附录 B	直流电源系统信息表	(47)
附录 C	蓄电池选择	(50)
附录 D	充电装置及整流模块选择	(66)
附录 E	电缆截面选择	(69)
附录 F	蓄电池回路设备及直流柜主母线选择	(72)
附录 G	蓄电池短路电流计算和参考数值表	(73)
	本标准用词说明	(77)
	引用标准名录	(78)
	附:条文说明	(79)

Contents

1	General provisions	(1)
2	Terms	(2)
3	System design	(5)
3.1	DC power supply	(5)
3.2	System voltage	(5)
3.3	Storage battery	(6)
3.4	Charging device	(8)
3.5	Wiring mode	(8)
3.6	Network design	(9)
4	DC load	(11)
4.1	DC load classification	(11)
4.2	DC load statistics	(12)
5	Protection and supervision	(16)
5.1	Protection	(16)
5.2	Requirements of measure, signal and supervision	(17)
6	Equipment selection	(19)
6.1	Storage battery	(19)
6.2	Charging device	(20)
6.3	Cable	(23)
6.4	Discharge device for battery test	(25)
6.5	DC circuit breaker	(25)
6.6	Fuse	(26)
6.7	Disconnecting switch	(27)
6.8	Dropping equipment	(27)
6.9	DC cabinet	(27)

6.10	Complete sets for DC power supply	(28)
6.11	DC/DC converter	(29)
6.12	DC motor starter	(29)
7	Equipment layout	(31)
7.1	Layout of DC equipment	(31)
7.2	Layout of Valve-regulated lead-acid storage battery	(31)
7.3	Layout of vented lead-acid storage battery in fixed location and nickel-cadmium alkaline storage battery	(32)
8	Relevant requirements for dedicated battery room	(33)
8.1	Basic requirements for dedicated battery room	(33)
8.2	Special requirements for dedicated battery room of valve-regulated lead-acid (VRLA) storage battery	(34)
8.3	Special requirements for dedicated battery room of the vented lead-acid storage battery in fixed location and nickel-cadmium alkaline storage battery	(34)
Appendix A	Selection of DC circuit breaker	(35)
Appendix B	Information list of DC power system	(47)
Appendix C	Selection of battery	(50)
Appendix D	Selection of charger and rectifier module ...	(66)
Appendix E	Selection of cable cross section	(69)
Appendix F	Selection of storage battery circuit equipment and the main bus of DC cabinet ...	(72)
Appendix G	Calculation of short-circuit current for storage battery and the reference value table ...	(73)
	Explanation of wording in this standard	(77)
	List of quoted standards	(78)
	Addition; Explanation of provisions	(79)

1 总 则

1.0.1 为了使电力工程直流电源系统满足安全可靠、技术先进的要求,统一直流电源系统设计原则,制定本标准。

1.0.2 本标准适用于单机容量为 1000MW 级及以下发电厂和 1000kV 及以下变电站、串补站和直流换流站的新建、扩建和改建工程直流电源系统设计。发电厂包括燃煤发电厂、燃油发电厂、燃气发电厂和生物质发电厂,也包括可再生能源发电厂和核电厂常规部分。本标准不适用于通信专用直流电源系统。

1.0.3 直流电源系统设计应贯彻安全适用、技术先进、经济合理的原则,系统设计力求简单并便于安装、运行维护。

1.0.4 直流电源系统设计除应符合本标准的规定外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 蓄电池组 storage battery

用电气方式连接起来的用作能源的两个或多个单体蓄电池。

2.0.2 固定型排气式铅酸蓄电池 vented lead-acid storage battery in fixed location

蓄电池由正极板、负极板、电解液、隔板、蓄电池槽、蓄电池盖、防酸帽等组成。蓄电池槽与蓄电池盖之间应密封,使蓄电池内产生的气体不得从防酸帽以外排出。

2.0.3 阀控式铅酸蓄电池 valve-regulated lead-acid (VR-LA) storage battery

带有阀的密封蓄电池,在电池内压超出预定值时,允许气体逸出。蓄电池在正常情况下无需补加电解液。按电解液的不同,阀控式铅酸蓄电池可分为贫液和胶体两种。

2.0.4 镉镍蓄电池 nickel-cadmium storage battery

含碱性电解液,正极含氧化镍,负极为镉的蓄电池。

2.0.5 直流电源系统 DC power supply system

发电厂、变电站和换流站内提供直流电能的系统。由蓄电池组、充电设备、直流配电柜、馈电网络等直流设备组成。

2.0.6 浮充电 floating charge

在正常运行时,充电装置承担经常负荷,同时向蓄电池组补充充电,以补充蓄电池的自放电,使蓄电池以满容量的状态处于备用。

2.0.7 均衡充电 equalizing charge

为保证蓄电池组中各单只电池荷电状态相同而延续的充电,即为补偿蓄电池在使用过程中产生的电压不均衡现象,使其恢复

到规定的范围内,以及大容量放电后用的补充充电。

2.0.8 终止电压 final voltage

蓄电池容量选择计算中,终止电压是指直流电源系统的用电负荷在指定放电时间内要求蓄电池必须保持的最低放电电压。对蓄电池本身而言,终止电压是指蓄电池在不同放电时间内及不同放电率放电条件下允许的最低放电电压。

2.0.9 核对性放电 checking discharge

在正常运行中的蓄电池组,为了检验其实际容量,以规定的放电电流进行恒流放电,电池达到规定的放电终止电压即停止放电。根据放电电流和放电时间计算出蓄电池组的实际容量,称为核对性放电。

2.0.10 端电池 terminal battery

蓄电池组中能满足系统电压要求的基本电池之外的附加蓄电池。

2.0.11 控制负荷 DC control load

电气和热工的控制、信号、测量和继电保护、自动装置等负荷。

2.0.12 动力负荷 DC power load

各类直流电动机、交流不间断电源、系统远动、通信装置电源和应急照明等负荷。

2.0.13 经常负荷 DC continuous load

指在直流电源系统正常和事故工况下均应可靠供电的负荷。

2.0.14 事故负荷 DC emergency load

指直流电源系统在交流电源系统事故停电时间内应可靠供电的负荷。

2.0.15 冲击负荷 DC momentary load

指在短时间内施加的较大负荷电流,分为初期冲击负荷和随机负荷。冲击负荷出现在事故初期(1min),称初期冲击负荷;出现在事故末期或事故过程中称随机负荷(5s)。

2.0.16 集中辐射形供电 concentrated radiation DC power supply

由直流柜母线直接向负荷或设备终端供电。

2.0.17 分层辐射形供电 layered radiation DC power supply

由直流柜母线向直流分电柜供电,再由直流分电柜母线向设备终端供电。

2.0.18 直流电源成套装置 complete set of DC power supply

由组柜安装的蓄电池组、充电装置、直流进线断路器、馈线断路器组合构成若干直流电源装置柜,可与其他电气设备一起布置在继电器室或配电间内。

2.0.19 交直流一体化电源系统 AC and DC integrated power supply system

由站用交流电源、直流电源与交流不间断电源(UPS)、逆变电源(INV)、直流变换电源(DC/DC)装置组成,并统一监视控制。直流电源与交流不间断电源、逆变电源、直流变换电源装置共享直流蓄电池组,直流电源与上述任意一种及以上电源所构成的组合体,均称为交直流一体化电源系统。

3 系统设计

3.1 直流电源

3.1.1 发电厂、变电站、串补站和换流站内应设置向控制负荷和动力负荷等供电的直流电源。

3.1.2 220V 和 110V 直流电源应采用蓄电池组。48V 及以下的直流电源可采用由 220V 或 110V 蓄电池组供电的电力用 DC/DC 变换装置。

3.1.3 正常运行方式下,每组蓄电池的直流网络应独立运行,不应与其他蓄电池组有任何直接电气连接。

3.1.4 当发电厂升压站设有电力网络计算机监控系统时,应设置独立的发电厂升压站直流电源系统。

3.1.5 当单机容量为 300MW 级及以上,发电厂辅助车间需要直流电源时,应设置独立的直流电源系统。当供电距离较远时,其他发电厂的辅助车间宜设置独立的直流电源系统。

3.1.6 当供电距离较远时,变电站的串补或可控高抗设备区宜设置独立的直流电源系统。

3.1.7 蓄电池组正常应以浮充电方式运行。

3.1.8 铅酸蓄电池组不应设置端电池;镉镍碱性蓄电池组设置端电池时,宜减少端电池个数。

3.2 系统电压

3.2.1 发电厂、变电站、串补站和换流站直流电源系统电压应根据用电设备类型、额定容量、供电距离和安装地点等确定合适的系统电压。直流电源系统标称电压应满足下列要求:

- 1 专供控制负荷的直流电源系统电压宜采用 110V,也可采

用 220V；

2 专供动力负荷的直流电源系统电压宜采用 220V；

3 控制负荷和动力负荷合并供电的直流电源系统电压可采用 220V 或 110V；

4 全厂(站)直流控制电压应采用相同电压,扩建和改建工程宜与已有厂(站)直流电压一致。

3.2.2 在正常运行情况下,直流母线电压应为直流电源系统标称电压的 105%。

3.2.3 在均衡充电运行情况下,直流母线电压应满足下列要求:

1 专供控制负荷的直流电源系统,不应高于直流电源系统标称电压的 110%；

2 专供动力负荷的直流电源系统,不应高于直流电源系统标称电压的 112.5%；

3 对控制负荷和动力负荷合并供电的直流电源系统,不应高于直流电源系统标称电压的 110%。

3.2.4 在事故放电末期,蓄电池组出口端电压不应低于直流电源系统标称电压的 87.5%。

3.3 蓄 电 池 组

3.3.1 蓄电池型式选择应符合下列要求:

1 直流电源宜采用阀控式密封铅酸蓄电池,也可采用固定型排气式铅酸蓄电池；

2 小型发电厂、110kV 及以下变电站可采用镉镍碱性蓄电池；

3 核电厂常规岛宜采用固定型排气式铅酸蓄电池。

3.3.2 铅酸蓄电池应采用单体为 2V 的蓄电池,直流电源成套装置组柜安装的铅酸蓄电池宜采用单体为 2V 的蓄电池,也可采用 6V 或 12V 组合电池。

3.3.3 蓄电池组数配置应符合下列要求:

1 单机容量为 125MW 级以下机组的火力发电厂,当机组台数为 2 台及以上时,全厂宜装设 2 组控制负荷和动力负荷合并供电的蓄电池。对机炉不匹配的发电厂,可根据机炉数量和电气系统情况,为每套独立的电气系统设置单独的蓄电池组。其他情况下可装设 1 组蓄电池;

2 单机容量为 200MW 级及以下机组的火力发电厂,当控制系统按单元机组设置时,每台机组宜装设 2 组控制负荷和动力负荷合并供电的蓄电池;

3 单机容量为 300MW 级机组的火力发电厂,每台机组宜装设 3 组蓄电池,其中 2 组对控制负荷供电,1 组对动力负荷供电,也可装设 2 组控制负荷和动力负荷合并供电的蓄电池;

4 单机容量为 600MW 级及以上机组的火力发电厂,每台机组应装设 3 组蓄电池,其中 2 组对控制负荷供电,1 组对动力负荷供电;

5 对于燃气-蒸汽联合循环发电厂,可根据燃机形式、接线方式、机组容量和直流负荷大小,按套或按机组装设蓄电池组,蓄电池组数应符合本标准第 3.3.3 条第 1 款~第 3 款的规定;

6 发电厂升压站设有电力网络计算机监控系统时,220kV 及以上的配电装置应独立设置 2 组控制负荷和动力负荷合并供电的蓄电池组。当高压配电装置设有多个网络继电器室时,也可按继电器室分散装设蓄电池组。110kV 配电装置根据规模可设置 2 组或 1 组蓄电池;

7 110kV 及以下变电站宜装设 1 组蓄电池,对于重要的 110kV 变电站也可装设 2 组蓄电池;

8 220kV~750kV 变电站应装设 2 组蓄电池;

9 1000kV 变电站宜按直流负荷相对集中配置 2 套直流电源系统,每套直流电源系统装设 2 组蓄电池;

10 当串补站毗邻相关变电站布置且技术经济合理时,宜与毗邻变电站共用蓄电池组。当串补站独立设置时,可装设 2 组蓄

电池；

11 直流换流站宜按极或阀组和公用设备分别设置直流电源系统，每套直流电源系统应装设 2 组蓄电池。站公用设备用蓄电池组可分散或集中设置。背靠背换流站宜按背靠背换流单元和公用设备分别设置直流电源系统，每套直流电源系统应装设 2 组蓄电池。

3.4 充电装置

3.4.1 充电装置型式宜选用高频开关电源模块型充电装置，也可选用相控式充电装置。

3.4.2 1 组蓄电池时，充电装置的配置应符合下列规定：

1 采用相控式充电装置时，宜配置 2 套充电装置；

2 采用高频开关电源模块型充电装置时，宜配置 1 套充电装置，也可配置 2 套充电装置。

3.4.3 2 组蓄电池时，充电装置的配置应符合下列规定：

1 采用相控式充电装置时，宜配置 3 套充电装置；

2 采用高频开关电源模块型充电装置时，宜配置 2 套充电装置，也可配置 3 套充电装置。

3.5 接线方式

3.5.1 1 组蓄电池的直流电源系统接线方式应符合下列要求：

1 1 组蓄电池配置 1 套充电装置时，宜采用单母线接线；

2 1 组蓄电池配置 2 套充电装置时，宜采用单母线分段接线，2 套充电装置应接入不同母线段，蓄电池组应跨接在两段母线上；

3 1 组蓄电池的直流电源系统，宜经直流断路器与另一组相同电压等级的直流电源系统相连。正常运行时，该断路器应处于断开状态。

3.5.2 2 组蓄电池的直流电源系统接线方式应符合下列要求：

1 直流电源系统应采用两段单母线接线,两段直流母线之间应设联络电器。正常运行时,两段直流母线应分别独立运行;

2 2组蓄电池配置2套充电装置时,每组蓄电池及其充电装置应分别接入相应母线段;

3 2组蓄电池配置3套充电装置时,每组蓄电池及其充电装置应分别接入相应母线段。第3套充电装置应经切换电器对2组蓄电池进行充电;

4 2组蓄电池的直流电源系统应满足在正常运行中两段母线切换时不中断供电的要求。在切换过程中,2组蓄电池应满足标称电压相同,电压差小于规定值,且直流电源系统均处于正常运行状态,允许短时并联运行。

3.5.3 蓄电池组和充电装置应经隔离和保护电器接入直流电源系统。

3.5.4 铅酸蓄电池组不宜设降压装置,有端电池的镉镍碱性蓄电池组应设有降压装置。

3.5.5 每组蓄电池应设有专用的试验放电回路。试验放电设备宜经隔离和保护电器直接与蓄电池组出口回路并接。放电装置宜采用移动式设备。

3.5.6 220V和110V直流电源系统应采用不接地方式。

3.6 网络设计

3.6.1 直流网络宜采用集中辐射形供电方式或分层辐射形供电方式。

3.6.2 下列回路应采用集中辐射形供电:

- 1 直流应急照明、直流油泵电动机、交流不间断电源;
- 2 DC/DC变换器;
- 3 热工总电源柜和直流分电柜电源。

3.6.3 下列回路宜采用集中辐射形供电:

- 1 发电厂系统远动、系统保护等;

- 2 发电厂主要电气设备的控制、信号、保护和自动装置等；
 - 3 发电厂热控控制负荷。
- 3.6.4 分层辐射形供电网络应根据用电负荷和设备布置情况，合理设置直流分电柜。
- 3.6.5 直流分电柜接线应符合下列要求：
- 1 直流分电柜每段母线宜由来自同一蓄电池组的 2 回直流电源供电。电源进线应经隔离电器接至直流分电柜母线；
 - 2 对于要求双电源供电的负荷应设置两段母线，两段母线宜分别由不同蓄电池组供电，每段母线宜由来自同一蓄电池组的 2 回直流电源供电，母线之间不宜设联络电器；
 - 3 公用系统直流分电柜每段母线应由不同蓄电池组的 2 回直流电源供电，宜采用手动断电切换方式。
- 3.6.6 当采用环形网络供电时，环形网络应由 2 回直流电源供电，直流电源应经隔离电器接入，正常时为开环运行。当 2 回电源由不同蓄电池组供电时，宜采用手动断电切换方式。

4 直流负荷

4.1 直流负荷分类

4.1.1 直流负荷按功能可分为控制负荷和动力负荷,并应符合下列规定:

- 1 控制负荷包括下列负荷:
 - 1)电气控制、信号、测量负荷;
 - 2)热工控制、信号、测量负荷;
 - 3)继电保护、自动装置和监控系统负荷。
- 2 动力负荷包括下列负荷:
 - 1)各类直流电动机;
 - 2)高压断路器电磁操动合闸机构;
 - 3)交流不间断电源装置;
 - 4)DC/DC 变换装置;
 - 5)直流应急照明负荷;
 - 6)热工动力负荷。

4.1.2 直流负荷按性质可分为经常负荷、事故负荷和冲击负荷,并应符合下列规定:

- 1 经常负荷包括下列负荷:
 - 1)长明灯;
 - 2)连续运行的直流电动机;
 - 3)逆变器;
 - 4)电气控制、保护装置等;
 - 5)DC/DC 变换装置;
 - 6)热工控制负荷。
- 2 事故负荷包括下列负荷:

- 1)事故中需要运行的直流电动机；
 - 2)直流应急照明；
 - 3)交流不间断电源装置；
 - 4)热工动力负荷。
- 3 冲击负荷包括下列负荷：
- 1)高压断路器跳闸；
 - 2)热工冲击负荷；
 - 3)直流电动机启动电流。

4.2 直流负荷统计

4.2.1 直流负荷统计应符合下列规定：

1 装设 2 组控制专用蓄电池组时，每组负荷应按全部控制负荷统计；

2 装设 2 组动力和控制合并供电蓄电池组时，每组负荷应按全部控制负荷统计，动力负荷宜平均分配在 2 组蓄电池上。其中直流应急照明负荷，每组应按全部负荷的 60% 统计，对变电站和有保安电源的发电厂可按 100% 统计；

3 事故后恢复供电的高压断路器合闸冲击负荷应按随机负荷考虑；

4 两个直流电源系统间设有联络线时，每组蓄电池应按各自所连接的负荷统计，不能因互联而增加负荷容量的统计。

4.2.2 事故停电时间应符合下列规定：

1 与电力系统连接的发电厂，厂用交流电源事故停电时间应按 1h 计算；

2 不与电力系统连接的孤立发电厂，厂用交流电源事故停电时间应按 2h 计算；

3 有人值班的变电站，全站交流电源事故停电时间应按 1h 计算；

4 无人值班的变电站，全站交流电源事故停电时间宜按 2h

计算；

5 1000kV 变电站、串补站和直流换流站，全站交流电源事故停电时间应按 2h 计算。

4.2.3 事故初期(1min)的冲击负荷应按下列原则统计：

- 1 备用电源断路器应按备用电源实际自投断路器台数统计；
- 2 低电压、母线保护、低频减载等跳闸回路应按实际数量统计；

计；

3 电气及热工的控制、信号和保护回路等应按实际负荷统计。

4.2.4 事故停电时间内，恢复供电的高压断路器合闸电流应按断路器合闸电流最大的一台统计，并应与事故初期冲击负荷之外的最大负荷或出现最低电压时的负荷相叠加。

4.2.5 直流负荷统计计算时间应符合表 4.2.5 的规定。

表 4.2.5 直流负荷统计计算时间表

序号	负荷名称		经常	事故放电计算时间						
				初期 1min	持续(h)					随机 5s
					0.5	1.0	1.5	2.0	3.0	
1	控制、 保护、 监控系统	发电厂和有人值班变电站	√	√		√				
		无人值班变电站	√	√				√		
		1000kV 变电站、串补站和直流换流站	√	√				√		
		孤立发电厂	√	√				√		
2	高压断路器跳闸			√						
3	高压断路器自投			√						
4	恢复供电高压断路器合闸									√
5	氢(空) 密封油泵	200MW 及以下机组		√		√				
		300MW 及以上机组		√					√	

续表 4.2.5

序号	负荷名称		经常	事故放电计算时间							
				初期	持续(h)						随机
					1min	0.5	1.0	1.5	2.0	3.0	
6	直流润滑油泵	25MW 及以下机组		√	√						
		50MW~300MW 机组		√		√					
		600MW 及以上机组		√			√				
7	交流不间断电源	发电厂		√		√					
		变电站	有人值班		√		√				
			无人值班		√				√		
		1000kV 变电站、串补站和直流换流站		√					√		
	孤立发电厂		√					√			
8	直流长明灯	发电厂和有人值班变电站	√	√		√					
		1000kV 变电站、串补站和直流换流站	√	√					√		
		孤立发电厂	√	√					√		
9	直流应急照明	发电厂和有人值班变电站		√		√					
		无人值班变电站		√					√		
		1000kV 变电站、串补站和直流换流站		√					√		
		孤立发电厂		√					√		
10	DC/DC 变换装置	采用一体化电源向通信负荷供电的变电站	√	√							

注:1 表中“√”表示具有该项负荷,应予以统计的项目。

2 通信用 DC/DC 变换装置的事故放电时间应满足通信专业的要求,一般为 2h~4h。

4.2.6 直流负荷统计时的负荷系数应符合表 4.2.6 的规定。

表 4.2.6 直流负荷统计负荷系数表

序号	负荷名称	负荷系数
1	控制、保护、继电器	0.6
2	监控系统、智能装置、智能组件	0.8
3	高压断路器跳闸	0.6
4	高压断路器自投	1.0
5	恢复供电高压断路器合闸	1.0
6	氢(空)密封油泵	0.8
7	直流润滑油泵	0.9
8	变电站交流不间断电源	0.6
9	发电厂交流不间断电源	0.5
10	DC/DC 变换装置	0.8
11	直流长明灯	1.0
12	直流应急照明	1.0
13	热控直流负荷	0.6

5 保护与监控

5.1 保 护

5.1.1 蓄电池出口回路、充电装置直流侧出口回路、直流馈线回路和蓄电池试验放电回路等应装设保护电器。

5.1.2 保护电器选择应符合下列规定：

1 蓄电池出口回路宜采用熔断器，也可采用具有选择性保护的直流断路器；

2 充电装置直流侧出口回路、直流馈线回路和蓄电池试验放电回路宜采用直流断路器，当直流断路器有极性要求时，对充电装置回路应采用反极性接线；

3 直流断路器的下级不应使用熔断器。

5.1.3 直流电源系统保护电器的选择性配合原则应符合下列要求：

1 熔断器装设在直流断路器上一级时，熔断器额定电流应为直流断路器额定电流的 2 倍及以上；

2 各级直流馈线断路器宜选用具有瞬时保护和反时限过电流保护的直流断路器。当不能满足上、下级保护配合要求时，可选用带短路短延时保护特性的直流断路器；

3 充电装置直流侧出口宜按直流馈线选用直流断路器，以实现与蓄电池出口保护电器的选择性配合；

4 2 台机组之间 220V 直流电源系统应急联络断路器应与相应的蓄电池组出口保护电器实现选择性配合；

5 采用分层辐射形供电时，直流柜至分电柜的馈线断路器宜选用具有短路短延时特性的直流塑壳断路器。分电柜直流馈线断路器宜选用直流微型断路器；

6 各级直流断路器配合采用电流比表述,宜符合本标准附录 A 表 A.5-1~表 A.5-5 的规定。

5.1.4 各级保护电器的配置应根据直流电源系统短路电流计算结果,保证具有可靠性、选择性、灵敏性和速动性。

5.2 测量、信号和监控要求

5.2.1 直流电源系统宜装设下列常测表计:

1 直流电压表宜装设在直流柜母线、直流分电柜母线、蓄电池回路和充电装置输出回路上;

2 直流电流表宜装设在蓄电池回路和充电装置输出回路上。

5.2.2 直流电源系统测量表计宜采用 $4\frac{1}{2}$ 位精度数字式表计,准确度不应低于 1.0 级。

5.2.3 直流电源系统重要故障信号宜采用干接点输出,硬接线接入监控系统。直流电源系统信息应符合本标准附录 B 的规定。

5.2.4 直流电源系统应按每组蓄电池装设 1 套绝缘监测装置,装置测量准确度不应低于 1.5 级。绝缘监测装置测量精度不应受母线运行方式的影响。绝缘监测装置应具备下列功能:

1 实时监测和显示直流电源系统母线电压、母线对地电压和母线对地绝缘电阻;

2 具有监测各种类型接地故障的功能,实现对各支路的绝缘检测功能;

3 具有自检和故障报警功能;

4 具有对两组直流电源合环故障报警功能;

5 具有交流窜电故障及时报警并选出互窜或窜入支路的功能;

6 具有对外通信功能。

5.2.5 直流电源系统宜按每组蓄电池组设置一套微机监控装置。微机监控装置应具备下列功能:

1 具有对直流电源系统各段母线电压、充电装置输出电压和电流及蓄电池组电压和电流等的监测功能；

2 具有对直流电源系统各种异常和故障报警、蓄电池组出口熔断器检测、自诊断报警以及主要断路器/开关位置状态等的监视功能；

3 具有对充电装置开机、停机和充电装置运行方式切换等的监控功能；

4 具有对设备的遥信、遥测、遥调及遥控功能；

5 具备对时功能；

6 具有对外通信功能，通信规约宜符合现行行业标准《基于DL/T 860的变电站低压电源设备通信接口》DL/T 329的有关规定。

5.2.6 每组蓄电池宜设置蓄电池自动巡检装置。蓄电池自动巡检装置宜监测全部单体蓄电池电压，以及蓄电池组温度，并通过通信接口将监测信息上传至直流电源系统微机监控装置。

5.2.7 对无人值班变电站直流监控系统，除应符合本标准第5.2.5条的规定外，还宜具备下列功能：

1 具有统一数据信息平台，可实时监测各种运行状态，支持可视化运行维护；

2 具有智能告警、信息综合分析、自诊断及远程维护等功能。

6 设备选择

6.1 蓄电池组

6.1.1 蓄电池个数的选择应符合下列规定：

1 无端电池的铅酸蓄电池组，应根据单体电池正常浮充电电压值和直流母线电压为 1.05 倍直流电源系统标称电压值确定；

2 有端电池的镉镍碱性蓄电池组，应根据单体电池正常浮充电电压值和直流母线电压为 1.05 倍直流电源系统标称电压值确定基本电池个数，同时应根据该电池放电时允许的最低电压值和直流母线电压为 1.05 倍直流电源系统标称电压值确定整组电池个数；

3 蓄电池个数应按本标准附录 C“C.1 蓄电池参数选择”的规定选择。

6.1.2 蓄电池浮充电电压应根据厂家推荐值选取，当无产品资料时可按下列规定选取：

1 固定型排气式铅酸蓄电池的单体浮充电电压值宜取 2.15V~2.17V；

2 阀控式密封铅酸蓄电池的单体浮充电电压值宜取 2.23V~2.27V；

3 中倍率镉镍碱性蓄电池的单体浮充电电压值宜取 1.42V~1.45V；

4 高倍率镉镍碱性蓄电池的单体浮充电电压值宜取 1.36V~1.39V。

6.1.3 单体蓄电池放电终止电压应根据直流电源系统中直流负荷允许的最低电压值和蓄电池的个数确定，但不得低于蓄电池规

定的最低允许电压值。

6.1.4 单体蓄电池均衡充电电压应根据直流电源系统中直流负荷允许的最高电压值和蓄电池的个数确定,但不得超出蓄电池规定的电压允许范围。

6.1.5 蓄电池容量选择应符合下列规定:

- 1 满足全厂(站)事故全停电时间内的放电容量;
- 2 满足事故初期(1min)直流电动机启动电流和其他冲击负荷电流的放电容量;
- 3 满足蓄电池组持续放电时间内随机冲击负荷电流的放电容量。

6.1.6 蓄电池容量选择的计算应符合下列规定:

- 1 按事故放电时间分别统计事故放电电流,确定负荷曲线;
- 2 根据蓄电池型式、放电终止电压和放电时间,确定相应的容量换算系数 K_c ;
- 3 根据事故放电电流,按事故放电阶段逐段进行容量计算,当有随机负荷时,应叠加在初期冲击负荷或第一阶段以外的计算容量最大的放电阶段;
- 4 选取与计算容量最大值接近的蓄电池标称容量 C_{10} 或 C_5 作为蓄电池的选择容量;
- 5 蓄电池容量选择应按照本规程附录 C“C.2 蓄电池容量选择”的方法计算。

6.2 充电装置

6.2.1 充电装置的技术特性应符合下列要求:

- 1 满足蓄电池组的充电和浮充电要求。
- 2 为长期连续工作制。
- 3 具有稳压、稳流及限压、限流特性和软启动特性。
- 4 有自动和手动浮充电、均衡充电及自动转换功能。
- 5 充电装置交流电源输入宜为三相输入,额定频率为 50Hz。

6 1组蓄电池配置1套充电装置的直流电源系统时,充电装置宜设置2路交流电源。1组蓄电池配置2套充电装置或2组蓄电池配置3套充电装置时,每个充电装置宜配置1路交流电源。

7 充电装置的主要技术参数应符合表6.2.1的规定。

表 6.2.1 充电装置的主要技术参数表

项目 \ 型式	相控型	高频开关电源模块型
稳压精度	$\leq \pm 1\%$	$\leq \pm 0.5\%$
稳流精度	$\leq \pm 2\%$	$\leq \pm 1\%$
纹波系数	$\leq 1\%$	$\leq 0.5\%$

8 高频开关电源模块的基本性能应符合下列要求:

- 1) 在多个模块并联工作状态下运行时,各模块承受的电流应能做到自动均分负载实现均流;在2个及以上模块并联运行时,其输出的直流电流为额定值时,均流不平衡度不应大于额定电流值的 $\pm 5\%$;
- 2) 功率因数不应小于0.90;
- 3) 在模块输入端施加的交流电源符合标称电压和额定频率要求时,在交流输入端产生的各高次谐波电流含有率不应大于30%;
- 4) 电磁兼容应符合现行国家标准《电力工程直流电源设备通用技术条件及安全要求》GB/T 19826的有关规定。

6.2.2 充电装置额定电流的选择应符合下列规定:

1 满足浮充电要求,其浮充电输出电流应按蓄电池自放电电流与经常负荷电流之和计算。

2 满足蓄电池均衡充电要求,其充电输出电流应按下列条件选择:

- 1) 蓄电池脱开直流母线充电时,铅酸蓄电池应按 $1.0I_{10} \sim 1.25I_{10}$ 选择;镉镍碱性蓄电池应按 $1.10I_5 \sim 1.25I_5$ 选择;

2) 蓄电池充电同时还向经常负荷供电时, 铅酸蓄电池应按 $1.0I_{10} \sim 1.25I_{10}$ 并叠加经常负荷电流选择; 镉镍碱性蓄电池应按 $1.10I_5 \sim 1.25I_5$ 并叠加经常负荷电流选择。

6.2.3 高频开关电源模块选择配置原则应符合下列规定:

1 1 组蓄电池配置 1 套充电装置时, 应按额定电流选择高频开关电源基本模块。当基本模块数量为 6 个及以下时, 可设置 1 个备用模块; 当基本模块数量为 7 个及以上时, 可设置 2 个备用模块;

2 1 组蓄电池配置 2 套充电装置或 2 组蓄电池配置 3 套充电装置时, 应按额定电流选择高频开关电源基本模块, 不宜设备用模块;

3 高频开关电源模块数量宜根据充电装置额定电流和单个模块额定电流选择, 模块数量宜控制在 3 个~8 个。

6.2.4 充电装置及整流模块选择的计算应符合本标准附录 D 的规定。

6.2.5 充电装置的输出电压调节范围应满足蓄电池放电末期和充电末期电压的要求, 并符合表 6.2.5 的规定。

表 6.2.5 充电装置的输入输出电压和电流调节范围表

交流输入	相 数		三 相	
	额定频率		$50 \times (1 \pm 2\%) \text{ Hz}$	
	额定电压		$380 \times (85\% \sim 120\%) \text{ V}$	
直流输出	额定值	电压		220V 或 110V
		电流		10A、20A、30A、40A、50A、60A、80A、100A、160A、200A、250A、315A、400A、500A
	恒流充电范围	电压	阀控式铅酸蓄电池	$(90\% \sim 120\%) U_n$
		调节范围	固定型排气式铅酸蓄电池	$(90\% \sim 135\%) U_n$
			镉镍碱性蓄电池	$(90\% \sim 135\%) U_n$
电流调节范围			$(20\% \sim 100\%) I_n$	

续表 6.2.5

直流输出	浮充电	电压调节范围	阀控式铅酸蓄电池	$(95\% \sim 115\%)U_n$
			固定型排气式铅酸蓄电池	$(95\% \sim 115\%)U_n$
			镉镍碱性蓄电池	$(95\% \sim 115\%)U_n$
		电流调节范围		$(0 \sim 100\%)I_n$
	均衡充电	电压调节范围	阀控式铅酸蓄电池	$(105\% \sim 120\%)U_n$
			固定型排气式铅酸蓄电池	$(105\% \sim 135\%)U_n$
			镉镍碱性蓄电池	$(105\% \sim 135\%)U_n$
电流调节范围		$(0 \sim 100\%)I_n$		

注： U_n 为直流电源系统标称电压， I_n 为充电装置直流额定电流。

6.3 电 缆

6.3.1 直流电缆的选择和敷设应符合现行国家标准《电力工程电缆设计规范》GB 50217 的有关规定。直流电源系统明敷电缆应选用耐火电缆或采取了规定的耐火防护措施的阻燃电缆。控制和保护回路直流电缆应选用屏蔽电缆。

6.3.2 蓄电池组引出线为电缆时，电缆宜采用单芯电力电缆，当选用多芯电缆时，其允许载流量可按同截面单芯电缆数值计算。蓄电池电缆的正极和负极不应共用一根电缆，该电缆宜采用独立通道，沿最短路径敷设。

6.3.3 蓄电池组与直流柜之间连接电缆截面的选择应符合下列规定：

1 蓄电池组与直流柜之间连接电缆长期允许载流量的计算电流应大于事故停电时间的蓄电池放电率电流；

2 电缆允许电压降宜取直流电源系统标称电压的 $0.5\% \sim 1\%$ ，其计算电流应取事故停电时间的蓄电池放电率电流或事故放电初期(1min)冲击负荷放电电流二者中的较大值。

6.3.4 高压断路器合闸回路电缆截面的选择应符合下列规定：

1 当蓄电池浮充运行时，应保证最远一台高压断路器可靠合闸所需的电压，其允许电压降可取直流电源系统标称电压的10%~15%；

2 当事故放电直流母线电压在最低电压值时，应保证恢复供电的高压断路器能可靠合闸所需的电压，其允许电压降应按直流母线最低电压值和高压断路器允许最低合闸电压值之差选取，不宜大于直流电源系统标称电压的6.5%。

6.3.5 采用集中辐射形供电方式时，直流柜与直流负荷之间的电缆截面选择应符合下列规定：

1 电缆长期允许载流量的计算电流应大于回路最大工作电流；

2 电缆允许电压降应按蓄电池组出口端最低计算电压值和负荷本身允许最低运行电压值之差选取，宜取直流电源系统标称电压的3%~6.5%。

6.3.6 采用分层辐射形供电方式时，直流电源系统电缆截面的选择应符合下列规定：

1 根据直流柜与直流分电柜之间的距离确定电缆允许的电压降，宜取直流电源系统标称电压的3%~5%，其回路计算电流应按分电柜最大负荷电流选择；

2 当直流分电柜布置在负荷中心时，与直流终端断路器之间的允许电压降宜取直流电源系统标称电压的1%~1.5%；

3 根据直流分电柜布置地点，可适当调整直流分电柜与直流柜、直流终端断路器之间的允许电压降，但应保证直流柜与直流终端断路器之间允许总电压降不大于标称电压的6.5%。

6.3.7 直流柜与直流电动机之间的电缆截面的选择应符合下列规定：

1 电缆长期允许载流量的计算电流应大于电动机额定电流；

2 电缆允许电压降不宜大于直流电源系统标称电压的 5%，其计算电流应按 2 倍电动机额定电流选取。

6.3.8 2 台机组之间 220V 直流电源系统应急联络断路器之间采用电缆连接时，互联电缆电压降不宜大于直流电源系统标称电压的 5%，其计算电流可按负荷统计表中 1.0h 放电电流的 50% 选取。

6.3.9 直流电源系统电缆截面的选择计算应符合本标准附录 E 的规定。

6.4 蓄电池试验放电装置

6.4.1 试验放电装置的额定电流应符合下列要求：

- 1 铅酸蓄电池应为 $1.10I_{10} \sim 1.30I_{10}$ ；
- 2 镉镍碱性蓄电池应为 $1.10I_5 \sim 1.30I_5$ 。

6.4.2 试验放电装置宜采用电热器件或有源逆变放电装置。

6.5 直流断路器

6.5.1 直流断路器应具有瞬时电流速断和反时限过电流保护，当不满足选择性保护配合时，可增加短延时电流速断保护。

6.5.2 直流断路器的选择应符合下列规定：

1 额定电压应大于或等于回路的最高工作电压。

2 额定电流应大于回路的最大工作电流，各回路额定电流应按下列条件选择：

- 1) 蓄电池出口回路应按事故停电时间的蓄电池放电率电流选择，应按事故放电初期(1min)冲击负荷放电电流校验保护动作的安全性，且应与直流馈线回路保护电器相配合；
- 2) 高压断路器电磁操动机构的合闸回路可按 0.3 倍的额定合闸电流选择，但直流断路器过载脱扣时间应大于断路器固有合闸时间；

3)直流电动机回路可按电动机的额定电流选择;

4)直流断路器宜带有辅助触点和报警触点。

3 断流能力应满足安装地点直流电源系统最大预期短路电流的要求。

4 直流电源系统应急联络断路器额定电流不应大于蓄电池出口熔断器额定电流的 50%。

5 当采用短路短延时保护时,直流断路器额定短时耐受电流应大于装设地点最大短路电流。

6 各级断路器的保护动作电流和动作时间应满足上、下级选择性配合要求,且应有足够的灵敏系数。

6.5.3 直流断路器的选择计算应符合本标准附录 A 的规定。

6.6 熔断器

6.6.1 直流回路采用熔断器作为保护电器时,应装设隔离电器。

6.6.2 蓄电池出口回路熔断器应带有报警触点,其他回路熔断器也可带有报警触点。

6.6.3 熔断器的选择应符合下列规定:

1 额定电压应大于或等于回路的最高工作电压。

2 额定电流应大于回路的最大工作电流,最大工作电流的选择应符合下列要求:

1)蓄电池出口回路熔断器应按事故停电时间的蓄电池放电率电流和直流母线上最大馈线直流断路器额定电流的 2 倍选择,两者取较大值;

2)高压断路器电磁操动机构的合闸回路可按 0.2 倍~0.3 倍的额定合闸电流选择,但熔断器的熔断时间应大于断路器固有合闸时间。

3 断流能力应满足安装地点直流电源系统最大预期短路电流的要求。

6.7 隔离开关

- 6.7.1 额定电压应大于或等于回路的最高工作电压。
- 6.7.2 额定电流应大于回路的最大工作电流,最大工作电流的选择应符合下列要求:
- 1 蓄电池出口回路应按事故停电时间的蓄电池放电率电流选择;
 - 2 高压断路器电磁操动机构的合闸回路可按 0.2 倍~0.3 倍的额定合闸电流选择;
 - 3 直流母线分段开关可按全部负荷的 60% 选择。
- 6.7.3 断流能力应满足安装地点直流电源系统短时耐受电流的要求。
- 6.7.4 隔离开关宜配置辅助触点。

6.8 降压装置

- 6.8.1 降压装置宜由硅元件构成,应有防止硅元件开路的措施。
- 6.8.2 硅元件的额定电流应满足所在回路最大持续负荷电流的要求,并应有承受冲击电流的短时过载和承受反向电压的能力。

6.9 直流柜

- 6.9.1 直流柜宜采用加强型结构,防护等级不宜低于 IP20。布置在交流配电间内的直流柜防护等级应与交流开关柜一致。
- 6.9.2 直流柜外形尺寸的宽×深×高宜为 800mm×600mm×2200mm。
- 6.9.3 直流柜正面操作设备的布置高度不应超过 1800mm,距地高度不应低于 400mm。
- 6.9.4 直流柜内采用微型断路器的直流馈线应经端子排出线。
- 6.9.5 直流柜内的母线宜采用阻燃绝缘铜母线,应按事故停电时间的蓄电池放电率电流选择截面,并应进行额定短时耐受电流校

验和按短时最大负荷电流校验,其温度不应超过绝缘体的允许事故过负荷温度。蓄电池回路设备及直流柜主母线的选择应满足本标准附录 F 的要求。

6.9.6 直流柜内的母线及其相应回路应能满足直流母线出口短路时额定短时耐受电流的要求。当厂家未提供阀控铅酸蓄电池短路电流时,直流柜内元件应符合下列要求:

1 阀控铅酸蓄电池容量为 800Ah 以下的直流电源系统,可按 10kA 短路电流考虑;

2 阀控铅酸蓄电池容量为 800Ah~1400Ah 的直流电源系统,可按 20kA 短路电流考虑;

3 阀控铅酸蓄电池容量为 1500Ah~1800Ah 的直流电源系统,可按 25kA 短路电流考虑;

4 阀控铅酸蓄电池容量为 2000Ah 的直流电源系统,可按 30kA 短路电流考虑;

5 阀控铅酸蓄电池容量为 2000Ah 以上时,应进行短路电流计算。蓄电池短路电流计算应符合本标准附录 G 的规定。

6.9.7 直流柜体应设有保护接地,接地处应有防锈措施和明显标志。直流柜底部应设置接地铜排,截面面积不应小于 100mm^2 。

6.9.8 蓄电池柜内的隔架距地最低不宜小于 150mm,距地最高不宜超过 1700mm。

6.9.9 直流柜及柜内元件应符合现行国家标准《电力工程直流电源设备通用技术条件及安全要求》GB/T 19826 的有关规定。

6.10 直流电源成套装置

6.10.1 直流电源成套装置包括蓄电池组、充电装置和直流馈线。根据设备体积大小,可合并组柜或分别设柜,其相关技术要求应符合本标准的有关规定。

6.10.2 直流电源成套装置宜采用阀控式密封铅酸蓄电池、高倍率镉镍碱性蓄电池或中倍率镉镍碱性蓄电池。蓄电池组容量应符

合下列规定：

- 1 阀控式密封铅酸蓄电池容量应为 300Ah 以下；
- 2 高倍率镉镍碱性蓄电池容量应为 40Ah 及以下；
- 3 中倍率镉镍碱性蓄电池容量应为 100Ah 及以下。

6.11 DC/DC 变换装置

6.11.1 DC/DC 变换装置的技术特性应满足下列要求：

- 1 应为长期连续工作制，并具有稳压性能，稳压精度应为额定电压值的 $\pm 0.6\%$ ；
- 2 直流母线反灌纹波电压有效值系数不应超过 0.5% ；
- 3 具有输入异常和输出限流保护功能，故障排除后可自动恢复工作；
- 4 具有输出过电压保护功能，故障排除后可人工恢复工作；
- 5 当用于通信电源时，杂音电压和其他技术参数还应符合现行行业标准《通信用直流—直流变换设备》YD/T 637 的有关规定。

6.11.2 DC/DC 变换装置在选择时应满足馈线短路时直流断路器的可靠动作，并具有选择性。DC/DC 电源系统配置应符合下列规定：

- 1 总输出电流不宜小于馈线回路中最大直流断路器额定电流的 4 倍；
- 2 宜加装储能电容；
- 3 馈线断路器宜选用 B 型脱扣曲线的直流断路器。

6.11.3 每套 DC/DC 变换装置的直流电源宜采用单电源供电。

6.12 直流电动机启动设备

6.12.1 直流电动机电力回路应装设限制启动电流的启动电阻或其他限流设备。

6.12.2 直流电动机启动电阻的额定电流可取该电动机的额定

电流。

6.12.3 直流电动机的启动电阻宜将启动电流限制在额定电流的2.0倍范围内。当启动有特殊要求时,启动电流可按实际参数计算。

7 设备布置

7.1 直流设备布置

7.1.1 对单机容量为 200MW 级及以上的机组,直流柜宜布置在专用直流配电间内,直流配电间宜按单元机组设置。对于单机容量为 125MW 级及以下的机组、变电站、串补站和换流站,直流柜可布置在电气继电器室或直流配电间内。

7.1.2 包含蓄电池的直流电源成套装置柜可布置在继电器室或配电间内,室内应保持良好通风。

7.1.3 直流分电柜宜布置在该直流负荷中心附近。

7.1.4 直流柜前后应留有运行和检修通道,通道宽度应符合现行行业标准《火力发电厂、变电站二次接线设计技术规程》DL/T 5136 的有关规定。

7.1.5 直流配电间环境温度宜为 $15^{\circ}\text{C} \sim 30^{\circ}\text{C}$,室内相对湿度宜为 $30\% \sim 80\%$,不得凝露,温度变化率应小于 $10^{\circ}\text{C}/\text{h}$ 。

7.1.6 发电厂单元机组蓄电池室应按机组分别设置。全厂(站)公用的 2 组蓄电池宜布置在不同的蓄电池室。

7.1.7 蓄电池室内应设有运行和检修通道。通道一侧装设蓄电池时,通道宽度不应小于 800mm;两侧均装设蓄电池时,通道宽度不应小于 1000mm。

7.2 阀控式密封铅酸蓄电池组布置

7.2.1 阀控式密封铅酸蓄电池容量在 300Ah 及以上时,应设专用的蓄电池室。专用蓄电池室宜布置在 0m 层。

7.2.2 胶体式阀控式密封铅酸蓄电池宜采用立式安装,贫液吸附式的阀控式密封铅酸蓄电池可采用卧式或立式安装。

7.2.3 蓄电池安装宜采用钢架组合结构,可多层叠放,应便于安装、维护和更换蓄电池。台架的底层距地面为 150mm~300mm,整体高度不宜超过 1700mm。

7.2.4 同一层或同一台上的蓄电池间宜采用有绝缘的或有护套的连接条连接,不同一层或不同一台上的蓄电池间宜采用电缆连接。

7.3 固定型排气式铅酸蓄电池组和 镉镍碱性蓄电池组布置

7.3.1 固定型排气式铅酸蓄电池组和容量为 100Ah 以上的中倍率镉镍碱性蓄电池组应设置专用蓄电池室。专用蓄电池室宜布置在 0m 层。

7.3.2 蓄电池应采用立式安装,宜安装在瓷砖台或水泥台上,台高为 250mm~300mm。台与台之间应设运行和检修通道,通道宽度不得小于 800mm。蓄电池与大地之间应有绝缘措施。

7.3.3 中倍率镉镍碱性蓄电池组的端电池宜靠墙布置。

7.3.4 蓄电池有液面指示计和比重计的一面应朝向运行和检修通道。

7.3.5 在同一台上的蓄电池间宜采用有绝缘的或有护套的连接条连接,不在同一台上的电池间宜采用电缆连接。

7.3.6 蓄电池裸露导电部分之间的距离应符合下列规定:

1 非充电时,当两部分之间的正常电压超过 65V 但不大于 250V 时,不应小于 800mm;

2 当电压超过 250V 时,不应小于 1000mm;

3 导线与建筑物或其他接地体之间的距离不应小于 50mm,母线支持点间的距离不应大于 2000 mm。

8 专用蓄电池室对相关专业的要求

8.1 专用蓄电池室的通用要求

8.1.1 蓄电池室的位置应选择在无高温、无潮湿、无震动、少灰尘、避免阳光直射的场所,宜靠近直流配电间或布置有直流柜的电气继电器室。

8.1.2 蓄电池室内的窗玻璃应采用毛玻璃或涂以半透明油漆的玻璃,阳光不应直射室内。

8.1.3 蓄电池室应采用非燃性建筑材料,顶棚宜做成平顶,不应吊天棚,也不宜采用折板或槽形天花板。

8.1.4 蓄电池室内的照明灯具应为防爆型,且应布置在通道的上方,室内不应装设开关和插座。蓄电池室内的地面照度和照明线路敷设应符合现行行业标准《发电厂和变电站照明设计技术规定》DL/T 5390 的有关规定。

8.1.5 基本地震烈度为7度及以上的地区,蓄电池组应有抗震加固措施,并应符合现行国家标准《电力设施抗震设计规范》GB 50260的有关规定。

8.1.6 蓄电池室走廊墙面不宜开设通风百叶窗或玻璃采光窗,采暖和降温设施与蓄电池间的距离不应小于750mm。蓄电池室内采暖散热器应为焊接的钢制采暖散热器,室内不允许有法兰、丝扣接头和阀门等。

8.1.7 蓄电池室内应有良好的通风设施。蓄电池室的采暖通风和空气调节应符合现行行业标准《火力发电厂采暖通风与空气调节设计技术规程》DL/T 5035的有关规定。通风电动机应为防爆式。

8.1.8 蓄电池室的门应向外开启,应采用非燃烧体或难燃烧体的实体门,门的尺寸宽×高不应小于750mm×1960mm。

8.1.9 蓄电池室不应有与蓄电池无关的设备和通道。与蓄电池室相邻的直流配电间、电气配电间、电气继电器室的隔墙不应留有门窗及孔洞。

8.1.10 蓄电池组的电缆引出线应采用穿管敷设,且穿管引出端应靠近蓄电池的引出端。穿金属管外围应涂防酸(碱)油漆,封口处应用防酸(碱)材料封堵。电缆弯曲半径应符合电缆敷设要求,电缆穿管露出地面的高度可低于蓄电池的引出端子 200mm~300mm。

8.1.11 包含蓄电池的直流电源成套装置柜布置的房间,宜装设对外机械通风装置。

8.2 阀控式密封铅酸蓄电池组专用 蓄电池室的特殊要求

8.2.1 蓄电池室内温度宜为 15℃~30℃。

8.2.2 当蓄电池组采用多层叠装且安装在楼板上时,楼板强度应满足荷重要求。

8.3 固定型排气式铅酸蓄电池组和镉镍碱性蓄电池组 专用蓄电池室的特殊要求

8.3.1 蓄电池室应为防酸(碱)、防火、防爆的建筑,入口宜经过套间或储藏室,应设有储藏硫酸(碱)液、蒸馏水及配制电解液器具的场所,还应便于蓄电池的气体、酸(碱)液和水的排放。

8.3.2 蓄电池室内的门、窗、地面、墙壁、天花板、台架均应进行耐酸(碱)处理,地面应采用易于清洗的面层材料。

8.3.3 蓄电池室内温度宜为 5℃~35℃。

8.3.4 蓄电池室的套间内应砌水池,水池内外及水龙头应做耐酸(碱)处理,管道宜暗敷,管材应采用耐腐蚀材料。

8.3.5 蓄电池室内的地面应有约 0.5%的排水坡度,并应有泄水孔。蓄电池室内的污水应进行酸碱中和或稀释,并达到环保要求后排放。

附录 A 直流断路器选择

A.1 断路器额定电压

A.1.1 直流断路器额定电压应大于或等于回路的最高工作电压。

A.2 断路器额定短路分断电流

A.2.1 直流断路器额定短路分断电流及短时耐受电流,应大于通过断路器的最大短路电流。

A.3 断路器额定电流

A.3.1 充电装置输出回路断路器额定电流应按充电装置额定输出电流选择,且应按下式计算:

$$I_n \geq K_k I_m \quad (\text{A. 3. 1})$$

式中: I_n ——直流断路器额定电流(A);

K_k ——可靠系数,取 1.2;

I_m ——充电装置额定输出电流(A)。

A.3.2 直流电动机回路断路器额定电流应按下式计算:

$$I_n \geq I_{nm} \quad (\text{A. 3. 2})$$

式中: I_n ——直流断路器额定电流(A);

I_{nm} ——电动机额定电流(A)。

A.3.3 高压断路器电磁操动机构合闸回路断路器额定电流应按下式计算:

$$I_n \geq K_{e2} I_{cl} \quad (\text{A. 3. 3})$$

式中: I_n ——直流断路器额定电流(A);

K_{e2} ——配合系数,取 0.3;

I_{cl} ——高压断路器电磁操动机构合闸电流(A)。

A.3.4 控制、保护、监控回路断路器额定电流应按下列要求选择,并选取大值:

1 断路器额定电流应按下式计算:

$$I_n \geq K_c (I_{cc} + I_{cp} + I_{cs}) \quad (\text{A.3.4})$$

式中: I_n ——直流断路器额定电流(A);

K_c ——同时系数,取 0.8;

I_{cc} ——控制负荷计算电流(A);

I_{cp} ——保护负荷计算电流(A);

I_{cs} ——信号负荷计算电流(A)。

2 上、下级断路器的额定电流应满足选择性配合要求,选择性配合电流比宜符合本标准附录 A 表 A.5-1~表 A.5-5 的规定。

3 上、下级断路器选择性配合时应符合下列要求:

1) 对于集中辐射形供电的控制、保护、监控回路,直流柜母线馈线断路器额定电流不宜大于 63A;终端断路器宜选用 B 型脱扣器,额定电流不宜大于 10A;

2) 对于分层辐射形供电的控制、保护、监控电源回路,分电柜馈线断路器宜选用二段式微型断路器,当不满足选择性配合要求时,可采用带短延时保护的微型断路器;终端断路器选用 B 型脱扣器,额定电流不宜大于 6A;

3) 环形供电的控制、保护、监控回路断路器可按照集中辐射形供电方式选择;

4) 当断路器采用短路短延时保护实现选择性配合时,该断路器瞬时速断整定值的 0.8 倍应大于短延时保护电流整定值的 1.2 倍,并应校核断路器短时耐受电流值。

A.3.5 直流分电柜电源回路断路器额定电流应按直流分电柜上全部用电回路的计算电流之和选择,并应符合下列规定:

1 断路器额定电流应按下式计算:

$$I_n \geq K_c \sum (I_{cc} + I_{cp} + I_{cs}) \quad (\text{A.3.5})$$

式中: I_n ——直流断路器额定电流(A);

K_c ——同时系数,取 0.8;

I_{cc} ——控制负荷计算电流(A);

I_{cp} ——保护负荷计算电流(A);

I_{cs} ——信号负荷计算电流(A)。

2 上一级直流母线馈线断路器额定电流应大于直流分电柜馈线断路器的额定电流,电流级差宜符合选择性规定。若不满足选择性要求,可采用带短路短延时特性直流断路器。

A.3.6 蓄电池组出口回路熔断器或断路器额定电流应选取以下两种情况中电流较大者,并应满足蓄电池出口回路短路时灵敏系数的要求,同时还应按事故初期(1min)冲击放电电流校验保护动作时间。蓄电池组出口回路熔断器或断路器额定电流应按下列公式确定:

1 按事故停电时间的蓄电池放电率电流选择,熔断器或断路器额定电流应按下式计算:

$$I_n \geq I_1 \quad (\text{A. 3. 6-1})$$

式中: I_n ——直流熔断器或断路器额定电流(A);

I_1 ——蓄电池 1h 或 2h 放电率电流(A)。可按厂家资料选取,无厂家资料时,铅酸蓄电池可取 $5.5I_{10}$ (A),中倍率镉镍碱性蓄电池可取 $7.0I_5$ (A),高倍率镉镍碱性蓄电池可取 $20.0I_5$ (A),其中, I_{10} 为铅酸蓄电池 10h 放电率电流, I_5 为镉镍碱性蓄电池 5h 放电率电流。

2 按保护动作选择性条件选择,熔断器或断路器额定电流应大于直流母线馈线中最大断路器的额定电流,应按下式计算:

$$I_n > K_{ct} I_{n. \max} \quad (\text{A. 3. 6-2})$$

式中: I_n ——直流熔断器或断路器额定电流(A);

K_{ct} ——配合系数,一般取 2.0,必要时可取 3.0;

$I_{n. \max}$ ——直流母线馈线中直流断路器最大的额定电流(A)。

A. 4 直流断路器的保护整定

A. 4. 1 直流断路器过负荷长延时保护的约定动作电流可按下列公式确定：

1 断路器额定电流和约定动作电流系数可按下式确定：

$$I_{DZ} = KI_n \quad (\text{A. 4. 1-1})$$

式中： I_{DZ} ——断路器过负荷长延时保护的约定动作电流(A)；

K ——断路器过负荷长延时保护热脱扣器的约定动作电流系数，根据断路器执行的现行国家标准分别取 1.3 或 1.45；

I_n ——对于断路器过负荷电流整定值不可调节的断路器，可为断路器的额定电流，对于断路器过负荷电流整定值可调节的断路器，可取与回路计算电流相对应的断路器整定值电流(A)。

2 上、下级断路器的额定电流或动作电流和电流比可按下列公式确定：

$$I_{n1} \geq K_{ib} I_{n2} \text{ 或 } I_{DZ1} \geq K_{ib} I_{DZ2} \quad (\text{A. 4. 1-2})$$

式中： I_{n1} 、 I_{n2} ——上、下级断路器额定电流或整定值电流(A)；

K_{ib} ——上、下级断路器电流比系数，可按照本标准附录 A 的规定选取；

I_{DZ1} 、 I_{DZ2} ——上、下级断路器过负荷长延时保护约定动作电流。

A. 4. 2 直流断路器短路瞬时保护(脱扣器)整定值应符合下列规定：

1 短路瞬时保护(脱扣器)整定应按下列公式计算：

1) 按本级断路器出口短路，断路器脱扣器瞬时保护可靠动作整定可按下列公式计算：

$$I_{DZ1} \geq K_n I_n \quad (\text{A. 4. 2-1})$$

2) 按下一级断路器出口短路，断路器脱扣器瞬时保护可靠不动作整定可按下列公式计算：

$$I_{DZ1} \geq K_{ib} I_{DZ2} > I_{d2} \quad (\text{A. 4. 2-2})$$

式中： I_{DZ1} 、 I_{DZ2} ——上、下级断路器瞬时保护（脱扣器）动作电流（A）；

K_n ——额定电流倍数，脱扣器整定值正误差或脱扣器瞬时脱扣范围最大值；

I_n ——断路器额定电流（A）；

K_{ib} ——上、下级断路器电流比系数，可按照本标准附录 A 的规定选取；

I_{d2} ——下一级断路器出口短路电流（A）。

2 当直流断路器具有限流功能时，可按下列公式计算：

$$I_{DZ1} \geq K_n I_{DZ2} / K_{XL} \quad (\text{A. 4. 2-3})$$

式中： I_{DZ1} 、 I_{DZ2} ——上、下级断路器瞬时保护（脱扣器）动作电流（A）；

K_n ——额定电流倍数，脱扣器整定值正误差或脱扣器瞬时脱扣范围最大值；

K_{XL} ——限流系数，其数值应由产品厂家提供，可取 0.60~0.80。

3 断路器短路保护脱扣范围值及脱扣整定值应按照直流断路器厂家提供的数据选取，如无厂家资料，可按本标准附录 A 表 A. 5-1、表 A. 5-2 规定的数值选取。

4 灵敏系数校验应根据计算的各断路器安装处短路电流校验各级断路器瞬时脱扣的灵敏系数，还应考虑脱扣器整定值的正误差或脱扣范围最大值后的灵敏系数。灵敏系数校验应按下列公式计算：

$$I_{DK} = U_n / [n(r_b + r_1) + \sum r_j + \sum r_k] \quad (\text{A. 4. 2-4})$$

$$K_L = I_{DK} / I_{DZ} \quad (\text{A. 4. 2-5})$$

式中： I_{DK} ——断路器安装处短路电流（A）；

U_n ——直流电源系统额定电压，取 110 或 220（V）；

n ——蓄电池个数；

r_b ——蓄电池内阻（ Ω ）；

r_1 ——蓄电池间连接条或导体电阻（ Ω ）；

Σr_j ——蓄电池组至断路器安装处连接电缆或导体电阻之和(Ω);

Σr_k ——相关断路器触头电阻之和(Ω);

K_L ——灵敏系数,不宜低于 1.05;

I_{DZ} ——断路器瞬时保护(脱扣器)动作电流(A)。

A.4.3 直流断路器短路短延时保护(脱扣器)选择应符合下列规定:

1 当上、下级断路器安装处较近,短路电流相差不大,下级断路器出口短路引起上级断路器短路瞬时保护(脱扣器)误动作时,上级断路器应选用短路短延时保护(脱扣器);

2 各级短路短延时保护时间整定值应在保证选择性前提下,根据产品允许时间级差,选择其最小值,但不应超过直流断路器允许短时耐受时间值。

A.5 直流电源系统保护电器选择性配合电流比

表 A.5-1 集中辐射形系统保护电器选择性配合表(标准型)

L_2 电缆电压降	$\Delta U_{p2} = 3\%U_n$ (110V 系统) $\Delta U_{p2} = 2\%U_n$ (220V 系统)			$\Delta U_{p2} = 5\%U_n$ (110V 系统) $\Delta U_{p2} = 4\%U_n$ (220V 系统)		
下级断路器 S_2/S_3 电流比	2A	4A	6A	2A	4A	6A
蓄电池组						
110V 系统 200Ah~1000Ah	10(20A)	7(32A)	6.5(40A)	8(16A)	5(20A)	5(32A)
220V 系统 200Ah~2400Ah	17(40A)	12(50A)	10.5(63A)	12(25A)	7(32A)	6(40A)

注:1 蓄电池组出口电缆 L_1 压降按 $0.5\%U_n \leq \Delta U_{p1} \leq 1\%U_n$, 计算电流为 1.05 倍蓄电池 1h 放电率电流(取 $5.5I_{10}$);

- 2 电缆 L_2 计算电流为 10A;
- 3 断路器 S_2 采用标准型 C 型脱扣器直流断路器, 瞬时脱扣范围为 $7I_n \sim 15I_n$;
- 4 断路器 S_3 采用标准型 B 型脱扣器直流断路器, 瞬时脱扣范围为 $4I_n \sim 7I_n$;
- 5 断路器 S_2 应根据蓄电池组容量选择微型断路器或塑壳断路器, 直流断路器分断能力应大于断路器出口短路电流;
- 6 括号内数值为根据 S_2/S_3 电流比, 推荐选择的 S_2 额定电流。

表 A. 5-2 分层辐射形系统保护电器选择性配合表(标准型)

网络图							
L_2, L_3 电缆电压降		$\Delta U_{p2} = 3\% U_n$ $\Delta U_{p3} = 1\% U_n$			$\Delta U_{p2} = 5\% U_n$ $\Delta U_{p3} = 1.5\% U_n$		
下级断路器 S_3/S_4 电流比 蓄电池		2A	4A	6A	2A	4A	6A
	110V 系统 200Ah~1000Ah	12(25A)	10(40A)	10(注 6)	11(25A)	8(32A)	8(注 6)
	220V 系统 200Ah~1600Ah	19(40A)	14(注 6)	13(注 6)	16(32A)	10(40A)	9(注 6)

- 注: 1 蓄电池组出口电缆 L_1 压降按 $0.5\% U_n \leq \Delta U_{p1} \leq 1\% U_n$, 计算电流为 1.05 倍蓄电池 1h 放电率电流(取 $5.5I_{10}$);
- 2 电缆 L_2 计算电流: 110V 系统为 80A, 220V 系统为 64A, 电缆 L_3 计算电流为 10A;
 - 3 断路器 S_3 采用标准型 C 型脱扣器直流断路器, 瞬时脱扣范围为 $7I_n \sim 15I_n$;
 - 4 断路器 S_4 采用标准型 B 型脱扣器直流断路器, 瞬时脱扣范围为 $4I_n \sim 7I_n$;
 - 5 断路器 S_2 为具有短路短延时保护的断路器, 短延时脱扣值为 $10 \times (1 \pm 20\%) I_n$;
 - 6 根据电流比选择的 S_3 断路器额定电流不应大于 40A, 当额定电流大于 40A 时, S_3 应选择具有短路短延时保护的微型直流断路器;
 - 7 括号内数值为根据上、下级断路器电流比计算结果, 推荐选择的上级断路器额定电流。

表 A.5-3 分层辐射形系统保护电器选择性配合表(一)

网络图										
L ₂ 、L ₃ 电缆电压降		$\Delta U_{p2} = 3\%U_n$ $\Delta U_{p3} = 1\%U_n$			$\Delta U_{p2} = 5\%U_n$ $\Delta U_{p3} = 1.5\%U_n$					
下级断路器 S ₃ /S ₄ 电流比 蓄电池组	2A	4A	6A	2A	4A	6A				
	110V 系统 200Ah~1000Ah	4(16A)	4(16A)	3(20A)	4(16A)	3(16A)	3(20A)			
220V 系统 200Ah~1600Ah	6(16A)	5(20A)	4(25A)	5(16A)	4(16A)	3(20A)				
下级断路器 S ₂ /S ₃ 电流比 蓄电池组	16A	20A	25A	32A	40A	16A	20A	25A	32A	40A
	110V 系统 200Ah~1000Ah	3	3	3	3	3	3	3	3	3
220V 系统 200Ah~1600Ah	(63A)	(100A)	(125A)	(63A)	(100A)	(125A)				

- 注:1 蓄电池组出口电缆 L₁ 压降按 $0.5\%U_n \leq \Delta U_{p1} \leq 1\%U_n$, 计算电流为 1.05 倍蓄电池 1h 放电率电流(取 $5.5I_{10}$);
- 2 电缆 L₂ 计算电流:110V 系统为 80A, 220V 系统为 64A, 电缆 L₃ 计算电流为 10A;
- 3 断路器 S₂ 采用 GM5FB 型直流断路器, 短路短延时整定范围为 $5I_n \sim 7I_n$;
- 4 断路器 S₃ 采用 GM5-63/CH 型直流断路器, 瞬时脱扣值为 $12I_n \sim 15I_n$;
- 5 断路器 S₄ 采用 GM5-63/CL 型直流断路器, 瞬时脱扣值为 $7I_n \sim 10I_n$;
- 6 括号内数值为根据上、下级断路器电流比计算结果, 推荐选择的上级断路器额定电流。

表 A. 5-4 分层辐射形系统保护电器选择性配合表(二)

网络图		$\Delta U_{p2} = 3\%U_n$ $\Delta U_{p3} = 1\%U_n$					$\Delta U_{p2} = 5\%U_n$ $\Delta U_{p3} = 1.5\%U_n$										
下级断路器 S_3/S_1 电流比 蓄电池组		2A	4A	6A	2A	4A	6A	2A	4A	6A	2A	4A	6A				
110V 系统 200Ah~1000Ah		6(16A)	6(25A)	6(40A)	5(16A)	5(20A)	5(32A)	6(16A)	6(25A)	6(40A)	5(16A)	5(20A)	5(32A)				
220V 系统 200Ah~1600Ah		9(20A)	8(32A)	7(40A)	7.5(16A)	6(25A)	5(32A)	9(20A)	8(32A)	7(40A)	7.5(16A)	6(25A)	5(32A)				
下级断路器 S_2/S_3 电流比 蓄电池组		16A	20A	25A	32A	40A	16A	20A	25A	32A	40A	16A	20A	25A	32A	40A	
110V 系统		200Ah		6	5	4	3	2.5	5	4	3	2.5	2				
				(100A)					(80A)								
		300Ah~500Ah		7.5	6	5	4	3	5.5	4.5	4	3	2.5				
				(125A)					(100A)								
600Ah~1000Ah				9	7	5.5	4.5	3.5	6	5	4	3	2.5				
				(140A)					(100A)								

续表 A. 5-4

下级断路器 S_2/S_3 电流比		16A	20A	25A	32A	40A	16A	20A	25A	32A	40A
		蓄电池组									
220V 系统	200Ah~300Ah	6	5	4	3	2.5	4	4	3	2.5	2
		(100A)					(80A)				
	400Ah~1000Ah	7.5	6	5	3.5	3	5	4	3	2.5	2
		(125A)					(80A)				
	1200Ah~1600Ah	8	6.5	5.5	4	3.5	6	4	4	3	2
		(140A)					(100A)				

- 注: 1 蓄电池组出口电缆 L_1 压降按 $0.5\%U_n \leq \Delta U_{p1} \leq 1\%U_n$, 计算电流为 1.05 倍蓄电池 1h 放电率电流(取 $5.5I_{10}$);
- 2 电缆 L_2 计算电流: 110V 系统为 80A, 220V 系统为 64A, 电缆 L_3 计算电流为 10A;
- 3 断路器 S_2 采用 NDM2ZB 直流断路器, 短延时脱扣值为 $10 \times (1 \pm 20\%) I_n$, 瞬时脱扣值为 $18 \times (1 \pm 20\%) I_n$;
- 4 断路器 S_3 采用 NDB2Z-C(G) 型直流断路器, 瞬时脱扣值为 $13 \times (1 \pm 10\%) I_n$;
- 5 断路器 S_4 采用 B 型直流断路器, 瞬时脱扣范围为 $4I_n \sim 7I_n$;
- 6 括号内数值为根据上、下级断路器电流比计算结果, 推荐选择的上级断路器的额定电流。

表 A. 5-5 直流电源系统蓄电池出口保护电器选择性配合表

蓄电池容量范围(Ah)		200	300	400	500	600	800	900
短路电流 ($\Delta U_{p1} = 0.5\%U_n$)(kA)		2.74	4.08	5.38	6.66	8.16	10.76	12.07
熔断器	额定电流(A)	125~400		224~500		500	500	
	额定电流(A)	125~400		225~500		500	500	
断路器	额定电流(A)	125~400		225~500		500	500	
	短时耐受电流(kA)	≥ 3.00	≥ 4.50	≥ 5.50	≥ 7.00	≥ 8.50	≥ 11.00	≥ 12.50

续表 A. 5-5

蓄电池容量范围(Ah)		1000	1200	1500	1600	1800	2000	2400
短路电流 ($\Delta U_{pl}=0.5\%U_n$)(kA)		13.33	16.31	20.00	21.49	24.48	27.29	32.31
熔断器	额定电流(A)	630	700	1000	1000	1000	1250	1400
断路器	额定电流(A)	630	700	1000	1000	1000	1250	1600
	短时耐受电流(kA)	≥ 13.50	≥ 16.50	≥ 20.00	≥ 21.50	≥ 25.00	≥ 27.50	≥ 32.50

注:1 蓄电池出口保护电器的额定电流按 $\geq 5.5I_{10}$ 或按直流柜母线最大一台馈线断路器额定电流的2倍选择,两者取大值;

2 当蓄电池出口保护电器选用断路器时,应选择仅有过载保护和短延时保护脱扣器的断路器,与下级断路器按延时时间配合,其短时耐受电流不应小于表中相应数值,短时耐受电流的时间应大于断路器短延时保护时间加断路器全分闸时间。

A. 6 直流断路器内阻和单芯(铜)电缆直流电阻

表 A. 6-1 直流断路器内阻参考值表

壳架电流(A)	63(微型断路器)											
额定电流(A)	2	4	6	10	16	20	25	32	40	50	63	
单极内阻(m Ω)	365	123	45	18	6.2	3.9	3.1	2.3	2.1	1.9	1.9	
壳架电流(A)	63(塑壳断路器)											
额定电流(A)	10	16	20	25	32	40	50	63				
单极内阻(m Ω)	8.2	8	5	3.6	3.1	3.1	2.2	0.8				
壳架电流(A)	125(塑壳断路器)											
额定电流(A)	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125		
单极内阻(m Ω)	6	5.5	4.5	4.1	3	2.1	2	0.4	0.3	0.3		
壳架电流(A)	250(塑壳断路器)						400(塑壳断路器)					
额定电流(A)	125	140	160	180	200	225	250	225	250	315	350	400
单极内阻(m Ω)	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2
壳架电流(A)	630(塑壳断路器)				63(带短延时保护微型断路器)							
额定电流(A)	400	500	630	16	20	25	32	40				
单极内阻(m Ω)	0.2	0.2	0.2	8.7	6.5	5.5	5.2	4.3				

表 A. 6-2 单芯(铜)电缆直流电阻参考值表(20℃)

标称截面(mm ²)	16	25	35	50	70	95	120
内阻(mΩ/m)	1.150	0.727	0.524	0.387	0.268	0.193	0.153
标称截面(mm ²)	150	185	240	300	400	500	630
内阻(mΩ/m)	0.124	0.099	0.075	0.060	0.047	0.037	0.028

附录 B 直流电源系统信息表

表 B 直流电源系统信息表

序号	名称	直流柜或就地		发电厂、变电站 监控系统	
		开关量	模拟量	开关量	模拟量
1	蓄电池及其回路(按每组蓄电池统计)				
1.1	蓄电池组出口电压	—	√	—	√(*)
1.2	蓄电池组电流	—	√	—	√(*)
1.3	蓄电池浮充电流	—	√	—	√
1.4	蓄电池试验放电电流	—	√	—	△
1.5	单体蓄电池电压(1~N)	—	√	—	△
1.6	单体蓄电池内阻(1~N)	—	△	—	△
1.7	蓄电池组或蓄电池室温度	—	√	—	△
1.8	蓄电池组过充电	△	—	△	—
1.9	单只蓄电池电压异常	√	—	√	—
1.10	蓄电池组出口断路器状态	√	—	√	—
1.11	蓄电池组出口断路器故障跳闸	√	—	√(*)	—
1.12	蓄电池组出口熔断器熔断	√	—	√(*)	—
1.13	蓄电池组出口熔断器异常	△	—	△	—
1.14	蓄电池组巡检装置故障	√	—	√	—
1.15	蓄电池组巡检装置通信异常	√	—	√	—
2	充电装置(按每套充电装置统计)				
2.1	充电装置输出直流电压	—	√	—	√(*)
2.2	充电装置输出直流电流	—	√	—	√(*)
2.3	充电装置浮充电压设定值	—	△	—	△

续表 B

序号	名称	直流柜或就地		发电厂、变电站监控系统	
		开关量	模拟量	开关量	模拟量
2.4	充电装置均充电压设定值	—	△	—	△
2.5	充电装置交流电源电压	—	△	—	△
2.6	充电装置交流电源电流	—	△	—	△
2.7	充电装置运行状态(浮充、均充)	√	—	√	—
2.8	充电装置防雷器故障	△	—	△	—
2.9	充电装置故障总信号	√	—	√(*)	—
2.10	充电装置整流模块过热	△	—	△	—
2.11	充电装置交流输入电源异常	√	—	√	—
2.12	充电装置交流侧断路器状态	√	—	△	—
2.13	充电装置交流电源自动切换	√	—	√	—
2.14	充电装置直流侧断路器状态	√	—	√	—
2.15	充电装置直流侧断路器故障跳闸	√	—	√	—
3	直流母线及绝缘监测装置(按每套装置统计)				
3.1	直流母线电压	—	√	—	√(*)
3.2	直流母线正对地电压	—	√	—	△
3.3	直流母线负对地电压	—	√	—	△
3.4	直流母线正对地电阻	—	√	—	△
3.5	直流母线负对地电阻	—	√	—	△
3.6	直流电源系统接地支路编号	—	√	—	√
3.7	直流母线电压异常(过压或欠压)	√	—	√(*)	—
3.8	直流电源系统接地	√	—	√(*)	—
3.9	直流母线绝缘异常(绝缘电阻降低或接地)	√	—	√	—
3.10	绝缘监测装置故障	√	—	√	—
3.11	绝缘监测装置通信异常	√	—	√	—

续表 B

序号	名称	直流柜或就地		发电厂、变电站 监控系统	
		开关量	模拟量	开关量	模拟量
3.12	交流窜电故障报警	√	—	√	—
3.13	直流电源合环故障报警	√	—	√	—
3.14	硅堆调压装置异常(保护或故障)	√	—	√	—
4	直流电源系统微机监控装置和直流馈线				
4.1	直流电动机主回路电流	—	√	—	√
4.2	直流馈线断路器状态	√	—	√	—
4.3	直流馈线断路器故障跳闸	√	—	√	—
4.4	直流母线联络断路器合闸报警	√	—	√(*)	—
4.5	母线联络断路器和分段断路器状态	√	—	√	—
4.6	直流馈线断路器故障跳闸总告警	√	—	√(*)	—
4.7	微机监控装置故障	√	—	√	—
4.8	微机监控装置通信异常	√	—	√	—
5	DC/DC 变换装置				
5.1	DC/DC 装置输入电压	—	√	—	√
5.2	DC/DC 装置输出电压	—	√	—	√
5.3	DC/DC 装置输出电流	—	√	—	√
5.4	DC/DC 装置故障	√	—	√	—
5.5	DC/DC 装置模块过热	√	—	△	—
5.6	DC/DC 装置限流保护动作	√	—	△	—
5.7	DC/DC 装置电源侧断路器状态	√	—	√	—
5.8	DC/DC 装置电源侧断路器故障跳闸	√	—	√	—
5.9	DC/DC 装置负荷侧断路器状态	√	—	√	—
5.10	DC/DC 装置负荷侧断路器故障跳闸	√	—	√	—

注:1 表中“√”表示该项应列入,“△”表示该项在有条件时或需要时可列入。

2 表中“*”表示采用硬接线传送的信息。

3 智能变电站采用一体化电源系统时,可取消硬接线传送信息。

附录 C 蓄电池选择

C.1 蓄电池参数选择

C.1.1 蓄电池个数应满足在浮充电运行时直流母线电压为 $1.05U_n$ 的要求,蓄电池个数应按下式计算:

$$n=1.05 \frac{U_n}{U_f} \quad (\text{C.1.1})$$

式中: n ——蓄电池个数;

U_n ——直流电源系统标称电压(V);

U_f ——单体蓄电池浮充电电压(V)。

C.1.2 蓄电池需连接负荷进行均衡充电时,蓄电池均衡充电电压应根据蓄电池个数及直流母线电压允许的最高值选择单体蓄电池均衡充电电压值。单体蓄电池均衡充电电压值应符合下列要求:

1 对于控制负荷,单体蓄电池均衡充电电压值不应大于 $1.10U_n/n$;

2 对于动力负荷,单体蓄电池均衡充电电压值不应大于 $1.125U_n/n$;

3 对于控制负荷和动力负荷合并供电,单体蓄电池均衡充电电压值不应大于 $1.10U_n/n$ 。

C.1.3 应根据蓄电池个数及直流母线电压允许的最低值选择单体蓄电池事故放电末期终止电压。单体蓄电池事故放电末期终止电压应按下式计算:

$$U_m \geq 0.875U_n/n \quad (\text{C.1.3})$$

式中: U_m ——单体蓄电池放电末期终止电压(V)。

C.1.4 蓄电池参数选择应符合表 C.1.4-1、表 C.1.4-2、表

C. 1. 4-3 的规定。

表 C. 1. 4-1 固定型排气式和阀控式铅酸蓄电池组的单体
2V 电池参数选择数值表

系统标称 电压(V)	浮充电压(V)	2. 15		2. 23		2. 25	
	均充电压(V)	2. 30		2. 33		2. 33	2. 35
220	蓄电池个数	104	107(*)	103	104(*)	104	103(*)
	浮充时母线电压(V)	223. 6	230	229. 7	231. 9	234	231. 8
	均充时母线电压(%)	108. 7	111. 9	109. 1	110. 2	110. 15	110
	放电终止电压(V)	1. 85	1. 80	1. 87	1. 85	1. 85	1. 87
	母线最低电压(%)	87. 5	87. 6	87. 6	87. 5	87. 5	87. 6
110	蓄电池个数	52	53(*)	52(*)	53	52(*)	52
	浮充时母线电压(V)	111. 8	114	116	118. 2	117	117
	均充时母线电压(%)	108. 7	110. 8	110. 2	112. 3	110. 2	111. 1
	放电终止电压(V)	1. 85	1. 85	1. 85	1. 85	1. 85	1. 85
	母线最低电压(%)	87. 5	89. 1	87. 5	89. 1	87. 5	87. 5

注：(*)为推荐值。

表 C. 1. 4-2 阀控式密封铅酸蓄电池组的组合 6V 和 12V
电池参数选择数值表

系统标称 电压 (V)	组合电 池电压 (V)	电池个数	浮充 电压(V)	浮充时 母线 电压(%)	均充 电压(V)	均充时 母线 电压(%)	放电 终止 电压(V)	母线 最低 电压(%)
220	6	34	6. 75	104. 3	7. 05	109	5. 7	88. 1
		34+1(2V)		105. 3		110	5. 61	87. 6
	12	17	13. 50	104. 3	14. 10	109	11. 4	88. 1
		17+1(2V)		105. 3		110	11. 22	87. 6
110	6	17+1(2V)	6. 75	106. 4	6. 99	108	5. 55	87. 5
		17		104. 3	7. 05	109	5. 7	88. 1
	10	10+1(4V)	11. 25	104. 3	11. 75	109	9. 25	87. 5
	12	8+1(8V)	13. 50	104. 3	14. 10	109	11. 10	87. 5

表 C. 1. 4-3 镉镍蓄电池组的电池参数选择数值表

系统标称 电压(V)	浮充电压(V)	1.36	1.38	1.39	1.42	1.43	1.45
	均充电压(V)	1.47	1.48		1.52	1.53	1.55
220	浮充电池个数	170	167	166	162	161	159
	母线浮充电压(V)	231.2	230.5	230.7	230	230	230.6
	均充电池个数	164	163		159	158	156
	母线均充电压(%)	109.1	109.7		109.9	109.9	109.9
	整组电池个数	180					
	放电终止电压(V)	1.07					
	母线最低电压(%)	87.6					
110	浮充电池个数	85	83		81	80	79
	母线浮充电压(V)	115.6	114.5	115.4	115	114.4	114.6
	均充电池个数	82	81		79		78
	母线均充电压(%)	109.6	109		109.2	110	110
	整组电池个数	90					
	放电终止电压(V)	1.07					
	母线最低电压(%)	87.6					

C. 2 蓄电池容量选择

C. 2. 1 直流负荷统计应符合表 C. 2. 1-1、表 C. 2. 1-2 的规定。

表 C. 2. 1-1 直流负荷统计表(用于简化计算法)

序号	负荷 名称	装置 容量 (kW)	负荷 系数	计算 电流 (A)	经常负 荷电流 (A)	事故放电时间及放电电流(A)						
						初期	持续(min)				随机	
						1min	1~30	30~60	60~120	120~180	5s	
I_{jc}	I_{cho}	I_1	I_2	I_3	I_4	I_R						
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
合计												

表 C. 2. 1-2 直流负荷统计表(用于阶梯算法)

序号	负荷名称	装置容量(kW)	负荷系数	计算电流(A)	经常负荷电流(A)	事故放电时间及放电电流(A)						
						初期	持续(min)					随机
						1min	1~30	30~60	60~120	120~180	5s	
						I_{jc}	I_1	I_2	I_3	I_4	I_5	I_R
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
合计												

C. 2. 2 蓄电池容量的计算步骤应符合下列要求：

- 1 直流负荷统计；
- 2 绘制负荷曲线；
- 3 按照直流母线允许最低电压要求，确定单体蓄电池放电终止电压；

4 计算容量时，根据不同蓄电池型式、终止电压和放电时间，可从本标准附录 C 表 C. 3-1~表 C. 3-9 中查找容量换算系数。容量换算系数可按下式计算：

$$K_c = \frac{I_t}{C_{10}} \quad (C. 2. 2)$$

式中： K_c ——容量换算系数(1/h)；

I_t ——事故放电时间 t 小时的放电电流(A)；

C_{10} ——蓄电池 10h 放电率标称容量(Ah)。

C. 2. 3 蓄电池容量计算应采用下列方法：

1 蓄电池容量简化计算法应按下列公式计算：

- 1) 满足事故放电初期(1min)冲击放电电流容量要求, 初期(1min)冲击蓄电池 10h(或 5h)放电率计算容量应按下列式计算：

$$C_{cho} = K_k \frac{I_{cho}}{K_{cho}} \quad (\text{C. 2. 3-1})$$

- 2) 满足事故全停电状态下持续放电容量要求, 不包括初期 1min 冲击放电电流, 各个阶段计算容量应按下列公式计算：

第一阶段计算容量

$$C_{c1} = K_k \frac{I_1}{K_{c1}} \quad (\text{C. 2. 3-2})$$

第二阶段计算容量

$$C_{c2} \geq K_k \left[\frac{1}{K_{c1}} I_1 + \frac{1}{K_{c2}} (I_2 - I_1) \right] \quad (\text{C. 2. 3-3})$$

第三阶段计算容量

$$C_{c3} \geq K_k \left[\frac{1}{K_{c1}} I_1 + \frac{1}{K_{c2}} (I_2 - I_1) + \frac{1}{K_{c3}} (I_3 - I_2) \right] \quad (\text{C. 2. 3-4})$$

第 n 阶段计算容量

$$C_{cn} \geq K_k \left[\frac{1}{K_{c1}} I_1 + \frac{1}{K_{c2}} (I_2 - I_1) + \dots + \frac{1}{K_{cn}} (I_n - I_{n-1}) \right] \quad (\text{C. 2. 3-5})$$

随机负荷计算容量

$$C_r = \frac{I_r}{K_{cr}} \quad (\text{C. 2. 3-6})$$

将 C_r 叠加在 $C_{c1} \sim C_{cn}$ 中最大的阶段上, 然后与 C_{cho} 比较, 取较大值, 即为蓄电池的计算容量。

式中: C_{cho} ——初期(1min)冲击蓄电池 10h(或 5h)放电率计算容量(Ah);

- K_k ——可靠系数,取 1.40;
 I_{cho} ——初期(1min)冲击放电电流(A);
 K_{cho} ——初期(1min)冲击负荷的容量换算系数(1/h);
 $C_{c1} \sim C_{cn}$ ——蓄电池 10h(或 5h)放电率各阶段的计算容量(Ah);
 $I_1 \sim I_n$ ——各阶段的负荷电流(A);
 K_{c1} ——各计算阶段中全部放电时间的容量换算系数(1/h);
 K_{c2} ——各计算阶段中除第 1 阶梯时间外放电时间的容量换算系数(1/h);
 K_{c3} ——各计算阶段中除第 1、2 阶梯时间外放电时间的容量换算系数(1/h);
 K_{cn} ——各计算阶段中最后 1 个阶梯放电时间的容量换算系数(1/h);
 C_r ——随机负荷计算容量(Ah);
 I_r ——随机负荷电流(A);
 K_{cr} ——随机(5s)冲击负荷的容量换算系数(1/h)。

2 蓄电池容量阶梯算法应按下列公式计算:

第一阶段计算容量

$$C_{c1} = K_k \frac{I_1}{K_c} \quad (\text{C. 2. 3-7})$$

第二阶段计算容量

$$C_{c2} \geq K_k \left[\frac{1}{K_{c1}} I_1 + \frac{1}{K_{c2}} (I_2 - I_1) \right] \quad (\text{C. 2. 3-8})$$

第三阶段计算容量

$$C_{c3} \geq K_k \left[\frac{1}{K_{c1}} I_1 + \frac{1}{K_{c2}} (I_2 - I_1) + \frac{1}{K_{c3}} (I_3 - I_2) \right] \quad (\text{C. 2. 3-9})$$

第 n 阶段计算容量

$$C_{cn} \geq K_k \left[\frac{1}{K_{c1}} I_1 + \frac{1}{K_{c2}} (I_2 - I_1) + \dots + \frac{1}{K_{cn}} (I_n - I_{n-1}) \right] \quad (\text{C. 2. 3-10})$$

随机负荷计算容量

$$C_r = \frac{I_r}{K_{cr}} \quad (\text{C. 2. 3-11})$$

将 C_r 叠加在 $C_{c2} \sim C_{cn}$ 中最大的阶段上, 然后与 C_{c1} 比较, 取较大者, 即为蓄电池的计算容量。

式中: K_k ——可靠系数, 取 1.40;

$C_{c1} \sim C_{cn}$ ——蓄电池 10h(或 5h)放电率各阶段的计算容量(Ah);

$I_1 \sim I_n$ ——各阶段的负荷电流(A);

K_{c1} ——各计算阶段中全部放电时间的容量换算系数(1/h);

K_{c2} ——各计算阶段中除第 1 阶梯时间外放电时间的容量换算系数(1/h);

K_{c3} ——各计算阶段中除第 1、2 阶梯时间外放电时间的容量换算系数(1/h);

K_{cn} ——各计算阶段中最后 1 个阶梯放电时间的容量换算系数(1/h);

C_r ——随机负荷计算容量(Ah);

I_r ——随机负荷电流(A);

K_c ——初期(1min)冲击负荷的容量换算系数(1/h);

K_{cr} ——随机(5s)冲击负荷的容量换算系数(1/h)。

3 蓄电池可靠系数是由裕度系数、老化系数和温度修正系数构成的, 经计算, 可靠系数 = 裕度系数 × 老化系数 × 温度修正系数 = $1.15 \times 1.10 \times 1.10 \approx 1.4$ 。当蓄电池的环境温度低于本标准第 8.2、第 8.3 节的规定时, 应考虑调整蓄电池温度修正系数。

C.3 蓄电池容量换算系数表和冲击放电曲线

表 C.3-1 GF 型 2000Ah 及以下固定型排气式铅酸蓄电池的容量换算系数表

放电终止电压 (V)	不同放电时间的 K_c 值																	
	5s	1 min	29 min	0.5h	59 min	1.0h	89 min	1.5h	119 min	2.0h	179 min	3.0h	4.0h	5.0h	6.0h	7.0h	479 min	8.0h
1.75	1.010	0.900	0.590	0.580	0.467	0.460	0.402	0.400	0.332	0.330	0.261	0.260	0.220	0.180	0.162	0.140	0.124	0.124
1.80	0.900	0.780	0.530	0.520	0.416	0.410	0.354	0.350	0.302	0.300	0.241	0.240	0.190	0.170	0.150	0.130	0.115	0.115
1.85	0.740	0.600	0.430	0.420	0.355	0.350	0.323	0.320	0.262	0.260	0.211	0.210	0.175	0.160	0.140	0.122	0.107	0.107
1.90	—	0.400	0.330	0.320	0.284	0.280	0.262	0.260	0.221	0.220	0.180	0.180	0.165	0.140	0.125	0.114	0.102	0.102
1.95	—	0.300	0.228	0.221	0.200	0.192	0.180	0.180	0.160	0.160	0.130	0.130	0.124	0.110	0.108	0.100	0.088	0.088

表 C.3-2 GFD 型 3000Ah 及以下固定型排气式铅酸蓄电池(单体 2V)的容量换算系数表

放电终止电压 (V)	不同放电时间的 K_c 值																	
	5s	1 min	29 min	0.5h	59 min	1.0h	89 min	1.5h	119 min	2.0h	179 min	3.0h	4.0h	5.0h	6.0h	7.0h	479 min	8.0h
1.75	1.010	0.890	0.630	0.620	0.477	0.470	0.395	0.392	0.323	0.320	0.272	0.270	0.220	0.190	0.160	0.148	0.130	0.130
1.80	0.900	0.740	0.530	0.520	0.416	0.410	0.356	0.353	0.292	0.290	0.251	0.250	0.205	0.170	0.142	0.130	0.115	0.115
1.85	0.740	0.610	0.420	0.410	0.345	0.340	0.286	0.283	0.271	0.270	0.221	0.220	0.180	0.144	0.130	0.118	0.104	0.104
1.90	—	0.470	0.330	0.320	0.275	0.271	0.252	0.250	0.221	0.220	0.191	0.190	0.155	0.124	0.102	0.094	0.084	0.084
1.95	—	0.280	0.180	0.221	0.185	0.182	0.173	0.171	0.166	0.166	0.150	0.150	0.150	0.104	0.087	0.077	0.068	0.068

表 C.3-3 阀控式密封铅酸蓄电池(贫液)(单体 2V)的容量换算系数表

放电终止电压 (V)	不同放电时间的 K_c 值																	
	5s	1 min	29 min	0.5h	59 min	1.0h	89 min	1.5h	119 min	2.0h	179 min	3.0h	4.0h	5.0h	6.0h	7.0h	479 min	8.0h
1.75	1.540	1.530	1.000	0.984	0.620	0.615	0.482	0.479	0.390	0.387	0.291	0.289	0.234	0.195	0.169	0.153	0.135	0.135
1.80	1.450	1.430	0.920	0.900	0.600	0.598	0.476	0.472	0.377	0.374	0.282	0.280	0.224	0.190	0.166	0.150	0.132	0.132
1.83	1.380	1.330	0.843	0.823	0.570	0.565	0.458	0.455	0.360	0.357	0.272	0.270	0.217	0.184	0.160	0.145	0.127	0.127
1.85	1.340	1.240	0.800	0.780	0.558	0.540	0.432	0.428	0.347	0.344	0.263	0.262	0.214	0.180	0.157	0.140	0.123	0.123
1.87	1.270	1.180	0.764	0.755	0.548	0.520	0.413	0.408	0.336	0.334	0.259	0.258	0.209	0.177	0.155	0.137	0.120	0.120
1.90	1.190	1.120	0.685	0.676	0.495	0.490	0.383	0.381	0.323	0.321	0.254	0.253	0.200	0.170	0.150	0.131	0.118	0.118

表 C.3-4 阀控式密封铅酸蓄电池(贫液)(单体 6V 和 12V)的容量换算系数表

放电终止电压 (V)	不同放电时间的 K _v 值																	
	5s	1 min	29 min	0.5h	59 min	1.0h	89 min	1.5h	119 min	2.0h	179 min	3.0h	4.0h	5.0h	6.0h	7.0h	479 min	8.0h
1.75	2.080	1.990	1.010	1.000	0.708	0.700	0.513	0.509	0.437	0.435	0.314	0.312	0.243	0.200	0.172	0.157	0.142	0.142
1.80	2.000	1.880	1.000	0.990	0.691	0.680	0.509	0.504	0.431	0.429	0.307	0.305	0.239	0.198	0.170	0.155	0.140	0.140
1.83	1.930	1.820	0.988	0.979	0.666	0.656	0.498	0.495	0.418	0.416	0.299	0.297	0.234	0.197	0.168	0.153	0.138	0.138
1.85	1.810	1.740	0.976	0.963	0.639	0.629	0.489	0.487	0.410	0.408	0.297	0.295	0.231	0.196	0.167	0.152	0.136	0.136
1.87	1.750	1.670	0.943	0.929	0.610	0.600	0.481	0.479	0.401	0.399	0.291	0.289	0.220	0.194	0.165	0.149	0.133	0.133
1.90	1.670	1.590	0.585	0.841	0.576	0.571	0.464	0.462	0.389	0.387	0.281	0.279	0.211	0.189	0.160	0.143	0.127	0.127

表 C.3-5 阀控式密封铅酸蓄电池(胶体)(单体 2V)的容量换算系数表

放电终止电压 (V)	不同放电时间的 K_c 值																	
	5s	1 min	29 min	0.5h	59 min	1.0h	89 min	1.5h	119 min	2.0h	179 min	3.0h	4.0h	5.0h	6.0h	7.0h	479 min	8.0h
1.80	1.230	1.170	0.820	0.810	0.530	0.520	0.430	0.420	0.333	0.330	0.251	0.250	0.196	0.166	0.144	0.127	0.116	0.116
1.83	1.120	1.060	0.740	0.730	0.500	0.490	0.390	0.380	0.313	0.310	0.231	0.230	0.190	0.162	0.138	0.120	0.114	0.114
1.87	1.000	0.940	0.670	0.660	0.460	0.450	0.376	0.370	0.292	0.290	0.221	0.220	0.180	0.156	0.134	0.117	0.110	0.110
1.90	0.870	0.860	0.650	0.600	0.430	0.424	0.360	0.350	0.276	0.274	0.211	0.210	0.172	0.150	0.130	0.116	0.102	0.102
1.93	0.820	0.790	0.550	0.540	0.410	0.400	0.320	0.310	0.262	0.260	0.191	0.190	0.165	0.135	0.118	0.105	0.099	0.099

表 C.3-6 中倍率 GNZ 型 200Ah 及以上碱性镉镍蓄电池(单体 1.2V)的容量换算系数表

放电终止电压 (V)	不同放电时间的 K_c 值															
	30s	1 min	29 min	0.5h	59 min	1.0h	1.5h	119 min	2.0h	2.5h	179 min	3.0h	239 min	4.0h	299 min	5.0h
1.00	2.460	2.200	1.320	1.310	0.845	0.840	0.690	0.603	0.600	0.550	0.521	0.520	0.480	0.480	0.460	0.460
1.05	2.120	1.830	1.040	1.030	0.699	0.690	0.600	0.542	0.540	0.480	0.461	0.460	0.430	0.430	0.400	0.400
1.07	1.900	1.720	0.880	0.870	0.648	0.640	0.560	0.492	0.490	0.440	0.411	0.410	0.380	0.380	0.360	0.360
1.10	1.700	1.480	0.770	0.760	0.567	0.560	0.480	0.422	0.420	0.390	0.371	0.370	0.350	0.350	0.330	0.330
1.15	1.550	1.380	0.710	0.700	0.507	0.500	0.440	0.392	0.390	0.360	0.341	0.340	0.320	0.320	0.290	0.290
1.17	1.400	1.280	0.680	0.670	0.478	0.470	0.410	0.371	0.370	0.340	0.311	0.310	0.280	0.280	0.260	0.260
1.19	1.300	1.200	0.650	0.640	0.456	0.450	0.390	0.351	0.350	0.320	0.291	0.290	0.260	0.260	0.240	0.240

表 C.3-7 中倍率 GNZ 型 200Ah 以下碱性镉镍蓄电池(单体 1.2V)的容量换算系数表

放电终止电压 (V)	不同放电时间的 K_c 值									
	30s	1min	5min	10min	15min	20min	29min	0.5h	59min	1.0h
1.00	3.00	2.75	2.20	2.00	1.87	1.70	1.55	1.54	1.04	1.03
1.05	2.50	2.25	1.91	1.75	1.62	1.53	1.39	1.38	0.98	0.97
1.07	2.20	2.01	1.78	1.64	1.55	1.46	1.31	1.30	0.94	0.93
1.10	2.00	1.88	1.63	1.50	1.41	1.33	1.22	1.21	0.91	0.90
1.15	1.91	1.71	1.52	1.40	1.32	1.25	1.14	1.13	0.87	0.86
1.17	1.75	1.60	1.45	1.35	1.28	1.20	1.09	1.08	0.83	0.82
1.19	1.60	1.50	1.41	1.32	1.23	1.16	1.06	1.05	0.80	0.79

表 C.3-8 高倍率 GNFG(C)型 20Ah 及以下碱性镉镍蓄电池(单体 1.2V)的容量换算系数表

放电终止电压 (V)	不同放电时间的 K_c 值					
	30s	1min	29min	0.5h	59min	1.0h
1.00	10.50	9.60	2.64	2.63	1.78	1.77
1.05	9.60	9.00	2.35	2.34	1.69	1.68
1.07	9.40	8.20	2.25	2.24	1.62	1.61
1.10	8.80	7.60	2.11	2.10	1.51	1.50
1.14	7.20	6.50	1.91	1.90	1.40	1.39
1.15	6.50	5.70	1.80	1.79	1.34	1.33
1.17	5.30	4.98	1.54	1.53	1.20	1.19

表 C.3-9 高倍率 40Ah 及以上碱性镉镍蓄电池(单体 1.2V)的容量换算系数表

放电终止电压 (V)	不同放电时间的 K_c 值					
	30s	1min	29min	0.5h	59min	1.0h
1.00	10.50	9.80	2.65	2.64	1.85	1.84
1.05	9.80	9.00	2.37	2.36	1.71	1.70
1.07	9.20	8.10	2.26	2.25	1.61	1.60
1.10	8.50	7.30	2.06	2.05	1.50	1.49
1.14	7.00	6.40	1.91	1.90	1.38	1.37
1.15	6.20	5.80	1.81	1.80	1.33	1.32
1.17	5.60	5.20	1.69	1.68	1.21	1.20

附录 D 充电装置及整流模块选择

D.1 充电装置选择

D.1.1 充电装置额定电流的选择应满足下列要求:

1 应满足浮充电要求,浮充输出电流应按蓄电池自放电电流与经常负荷电流之和计算。浮充输出电流应按下列公式计算:

$$\text{铅酸蓄电池: } I_r \geq 0.01I_{10} + I_{jc} \quad (\text{D.1.1-1})$$

$$\text{镉镍碱性蓄电池: } I_r \geq 0.01I_5 + I_{jc} \quad (\text{D.1.1-2})$$

2 应满足蓄电池充电要求,充电时蓄电池脱开直流母线,充电输出电流应按下列公式计算:

$$\text{铅酸蓄电池: } I_r = 1.0I_{10} \sim 1.25I_{10} \quad (\text{D.1.1-3})$$

$$\text{镉镍碱性蓄电池: } I_r = 1.0I_5 \sim 1.25I_5 \quad (\text{D.1.1-4})$$

3 应满足蓄电池均衡充电要求,蓄电池充电时仍对经常负荷供电,均衡充电输出电流应按下列公式计算:

$$\text{铅酸蓄电池: } I_r = 1.0I_{10} \sim 1.25I_{10} + I_{jc} \quad (\text{D.1.1-5})$$

$$\text{镉镍碱性蓄电池: } I_r = 1.0I_5 \sim 1.25I_5 + I_{jc} \quad (\text{D.1.1-6})$$

式中: I_r ——充电装置额定电流(A);

I_{10} ——铅酸蓄电池 10h 放电率电流(A);

I_{jc} ——直流电源系统的经常负荷电流(A);

I_5 ——镉镍碱性蓄电池 5h 放电率电流(A)。

D.1.2 充电装置输出电压的选择应按下列公式计算:

$$U_r = nU_{cm} \quad (\text{D.1.2})$$

式中: U_r ——充电装置的额定电压(V);

n ——蓄电池组单体个数;

U_{cm} ——充电末期单体蓄电池电压(V),固定型排气式铅酸蓄

电池为 2.70V; 阀控式铅酸蓄电池为 2.40V; 镉镍碱性蓄电池为 1.70V。

D. 1.3 充电装置回路设备的选择应符合表 D. 1.3 的规定。

表 D. 1.3 充电装置回路设备选择表

充电装置额定电流(A)	10	20	25	30	40	50	60	80
熔断器及隔离开关额定电流(A)	63						100	
直流断路器额定电流(A)	32		63			100		
电流表测量范围(A)	0~30		0~50		0~80		0~100	
充电装置额定电流(A)	100	120	160	200	250	315	400	500
熔断器及隔离开关额定电流(A)	160		200	300	400	630		
直流断路器额定电流(A)	225				400		630	
电流表测量范围(A)	0~150		0~200	0~300	0~400	0~500		

注: 充电装置额定电流不包括备用模块。

D. 2 高频开关电源整流装置选择

D. 2.1 高频开关电源的模块配置和数量选择应按下列公式计算:

1 每组蓄电池配置一组高频开关电源时, 其模块选择应按下式计算:

$$n = n_1 + n_2 \quad (\text{D. 2. 1-1})$$

1) 基本模块的数量应按下式计算:

$$n_1 = \frac{I_r}{I_{me}} \quad (\text{D. 2. 1-2})$$

2) 附加模块的数量应按下列公式计算:

$$n_2 = 1 \quad (\text{当 } n_1 \leq 6 \text{ 时}) \quad (\text{D. 2. 1-3})$$

$$n_2 = 2 \quad (\text{当 } n_1 \geq 7 \text{ 时}) \quad (\text{D. 2. 1-4})$$

2 一组蓄电池配置两组高频开关电源或两组蓄电池配置三组高频开关电源时,其模块选择应按下式计算:

$$n = \frac{I_r}{I_{me}} \quad (\text{D. 2. 1-5})$$

式中: n ——高频开关电源模块选择数量,当模块选择数量不为整数时,可取邻近值;

n_1 ——基本模块数量;

n_2 ——附加模块数量;

I_r ——充电装置电流(A);

I_{me} ——单个模块额定电流(A)。

附录 E 电缆截面选择

E.1 计算公式

E.1.1 电缆截面应按电缆长期允许载流量和回路允许电压降两个条件选择,并按下列公式计算:

$$I_{pc} \geq I_{ca1} \quad (\text{E.1.1-1})$$

$$S_{cac} = \frac{\rho \cdot 2LI_{ca}}{\Delta U_p} \quad (\text{E.1.1-2})$$

式中: I_{pc} ——电缆允许载流量(A);

I_{ca1} ——回路长期工作计算电流(A);

S_{cac} ——电缆计算截面(mm^2);

ρ ——电阻系数,铜导体 $\rho = 0.0184 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$,铝导体 $\rho = 0.031 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$;

L ——电缆长度(m);

I_{ca} ——允许电压降计算电流(A);

ΔU_p ——回路允许电压降(V)。

E.1.2 允许电压降计算电流应按本标准附录 E 表 E.2-1 的规定计算,取 I_{ca1} 和 I_{ca2} 中的较大值。

E.1.3 回路允许电压降应按本标准附录 E 表 E.2-2 的规定计算。

E.2 计算参数

表 E.2-1 直流电源系统不同回路的计算电流

回路名称	回路计算电流和计算公式	备注
蓄电池回路	$I_{ca1} = I_{d, 1h}$ $I_{ca2} = I_{cho}$	I_{ca1} ——回路长期工作计算电流 $I_{d, 1h}$ ——事故停电时间的蓄电池放电率电流 I_{ca2} ——回路短时工作计算电流 I_{cho} ——事故初期(1min)冲击放电电流

续表 E. 2-1

回路名称	回路计算电流和 计算公式	备注
充电装置输出回路	$I_{ca1} = I_{ca2} = I_{cn}$	I_{cn} ——充电装置额定电流
直流电动机回路	$I_{ca1} = I_{nm}$ $I_{ca2} = I_{stm} = K_{stm} I_{nm}$	I_{nm} ——电动机额定电流 I_{stm} ——电动机启动电流 K_{stm} ——电动机启动电流系数 2.0
断路器合闸回路	$I_{ca2} = I_{cl}$	I_{cl} ——合闸线圈合闸电流
交流不间断电源 输入回路	$I_{ca1} = I_{ca2} = I_{Un}/\eta$	I_{Un} ——装置的额定功率/直流电源系 统标称电压 η ——装置的效率
直流应急照明回路	$I_{ca1} = I_{ca2} = I_e$	I_e ——照明馈线计算电流
控制、保护和 监控回路	$I_{ca1} = I_{ca2} = I_{cc}$ $I_{ca1} = I_{ca2} = I_{cp}$ $I_{ca1} = I_{ca2} = I_{cs}$	I_{cc} ——控制馈线计算电流 I_{cp} ——保护馈线计算电流 I_{cs} ——信号馈线计算电流
直流分电柜回路	$I_{ca1} = I_{ca2} = I_d$	I_d ——直流分电柜计算电流
DC/DC 变换器 输入回路	$I_{ca1} = I_{ca2} = I_{Tn}/\eta$	I_{Tn} ——变换器的额定功率/直流电源 系统标称电压 η ——变换器的效率
直流电源系统 应急联络回路	$I_{ca1} = I_{ca2} = I_L$	I_L ——负荷统计表中 1h 放电电流的 50%
直流母线分段回路	$I_{ca1} = I_{ca2} = I_L$	I_L ——全部负荷电流的 60%

表 E. 2-2 直流电源系统不同回路允许电压降计算公式

回路名称		允许电压降 ΔU_p (V)	备注
蓄电池回路		$0.5\%U_n \leq \Delta U_p \leq 1\%U_n$	1. U_n 为直流电源系统标称电压 2. 蓄电池回路电流按事故停电时间的蓄电池放电率电流计算 3. 分电柜负荷电流可按 220V 系统 $80A \times 0.8$ 、110V 系统 $100A \times 0.8$ 计算 4. 集中辐射形供电的直流柜到终端回路负荷电流按 10A 计算 5. 分层辐射形供电的分电柜到终端回路负荷电流按 10A 计算
直流柜至直流分电柜回路		$\Delta U_p = 3\%U_n \sim 5\%U_n$	
直流 负 荷 馈 线	直流电动机回路	$\Delta U_p \leq 5\%U_n$ (计算电流取 I_{ca2})	
	断路器合闸回路	$\Delta U_p = 3\%U_n \sim 6.5\%U_n$	
	交流不间断电源回路	$\Delta U_p = 3\%U_n \sim 6.5\%U_n$	
	应急照明回路	$\Delta U_p = 2.5\%U_n \sim 5\%U_n$	
	DC/DC 变换器回路	$\Delta U_p = 3\%U_n \sim 6.5\%U_n$	
	集中辐射形供电的直流柜到终端回路	$\Delta U_p = 3\%U_n \sim 6.5\%U_n$	
	分层辐射形供电的分电柜到终端回路	$\Delta U_p = 1\%U_n \sim 1.5\%U_n$	
直流电源系统应急联络回路		$\Delta U_p \leq 5\%U_n$	

注:1 计算断路器合闸回路电压降应保证最远一台断路器可靠合闸。环形网络供电时,应按任一侧电源断开的最不利条件计算。

2 环形网络供电的控制、保护和信号回路的电压降,应按直流柜至环形网络最远断开点的回路计算。

附录 F 蓄电池回路设备及直流柜主母线选择

表 F.1 固定型排气式和阀控式密封铅酸蓄电池回路设备选择

蓄电池容量(Ah)	100	200	300	400	500	600
回路电流(A)	55	110	165	220	275	330
电流测量范围(A)	±100	±200		±300	±400	
放电试验回路电流(A)	12	24	36	48	60	72
主母线铜导体截面(mm ²)	50×4			60×6		
蓄电池容量(Ah)	800	1000	1200	1500	1600	1800
回路电流(A)	440	550	660	825	880	990
电流测量范围(A)	±600	±800		±1000		
放电试验回路电流(A)	96	120	144	180	192	216
主母线铜导体截面(mm ²)	60×6			80×8		
蓄电池容量(Ah)	2000	2200	2400	2500	2600	3000
回路电流(A)	1100	1210	1320	1375	1430	1650
电流测量范围(A)	±1500		±2000			
放电试验回路电流(A)	240	264	288	300	312	360
主母线铜导体截面(mm ²)	80×8				80×10	

注:容量为 100Ah 以下的蓄电池,其母线最小截面不宜小于 30mm×4mm。

表 F.2 中倍率镉镍碱性蓄电池回路设备选择

蓄电池容量(Ah)	10	20	30	50	60	80	100
回路电流(A)	7	14	21	35	42	56	70
熔断器及隔离开关 额定电流(A)	63					100	
直流断路器额定电流(A)	32			63		100	
电流测量范围(A)	±20		±40		±50	±100	
放电试验回路电流(A)	2	4	6	10	12	16	20
主母线铜导体截面(mm ²)	30×4					50×4	

附录 G 蓄电池短路电流计算和参考数值表

G.1 蓄电池短路电流计算

G.1.1 蓄电池短路电流计算应符合下列要求：

1 直流电源系统短路电流计算电压应取系统标称电压 220V 或 110V。

2 短路计算中不计及充电装置助增电流及直流电动机反馈电流。

3 如在蓄电池引出端子上短路，则短路电流应按下式计算：

$$I_{bk} = \frac{U_n}{n(r_b + r_1)} \quad (\text{G. 1. 1-1})$$

式中： I_{bk} ——蓄电池引出端子上的短路电流(kA)；

U_n ——直流电源系统标称电压(V)；

n ——蓄电池个数；

r_b ——蓄电池内阻(m Ω)；

r_1 ——蓄电池连接条的电阻(m Ω)。

4 如在蓄电池组连接的直流母线上短路，则短路电流应按下式计算：

$$I_k = \frac{U_n}{n(r_b + r_1) + r_c} \quad (\text{G. 1. 1-2})$$

式中： I_k ——蓄电池组连接的直流母线上的短路电流(kA)；

U_n ——直流电源系统标称电压(V)；

n ——蓄电池个数；

r_b ——蓄电池内阻(m Ω)；

r_1 ——蓄电池组连接条电阻(m Ω)；

r_c ——蓄电池组端子到直流母线的连接电缆或导线电阻(Ω)。

G.2 蓄电池组电阻及出口短路电流参考数值表

表 G.2-1 阀控式密封铅酸蓄电池组电阻及出口短路电流值

蓄电池容量 (Ah)	连接条数量、类型及电阻		蓄电池组的电池数量及其电阻(含连接条)(mΩ)					短路电流 (kA)	
	数量	连接条电阻(mΩ)	110V			220V			
			51个	52个	53个	103个	104个		
200	1	硬连接	0.015	34.425	35.100	35.755	69.525	70.200	3.134
		软连接	0.0382	35.608	36.306	37.004	71.914	72.612	3.030
300	1	硬连接	0.015	23.205	23.660	24.115	46.865	47.320	4.649
		软连接	0.0382	24.388	24.886	25.384	49.250	49.733	4.420
400	1	硬连接	0.015	17.595	17.940	18.285	35.535	35.880	6.132
		软连接	0.0382	18.778	19.146	19.514	37.925	38.293	5.745
500	1	硬连接	0.015	14.229	14.508	14.787	28.737	29.016	7.582
		软连接	0.0382	15.412	15.714	16.016	31.127	31.429	7.000
600	2	硬连接	0.0075	11.603	11.830	12.057	23.433	23.660	9.298
		软连接	0.0191	12.194	12.433	12.672	24.627	24.866	8.847
800	2	硬连接	0.0075	8.798	8.970	9.142	17.768	17.940	12.263
		软连接	0.0191	9.389	9.573	9.757	18.963	19.146	11.491
900	2	硬连接	0.0075	7.854	8.008	8.162	15.862	16.061	13.736
		软连接	0.0191	8.445	8.611	8.777	17.507	17.223	12.774
1000	2	硬连接	0.0075	7.115	7.254	7.393	14.369	14.508	15.164
		软连接	0.0191	7.706	7.857	8.008	15.563	15.714	14.000
1200	4	硬连接	0.0038	5.802	5.915	6.029	11.717	11.830	18.597
		软连接	0.0095	6.097	6.217	6.336	12.314	12.433	17.693
1500	3	硬连接	0.005	4.743	4.836	4.929	9.246	9.672	22.746
		软连接	0.0127	5.137	5.238	5.339	10.376	10.476	21.000
1600	4	硬连接	0.0038	4.399	4.485	4.571	8.884	8.970	24.526
		软连接	0.0095	4.695	4.787	4.879	9.482	9.573	22.979

续表 G. 2-1

蓄电池容量 (Ah)	连接条数量、类型及电阻		蓄电池组的电池数量及其电阻(含连接条)(mΩ)					短路电流 (kA)	
	数量	连接条电阻(mΩ)	110V			220V			
			51个	52个	53个	103个	104个		
1800	6	硬连接	0.0025	3.868	3.943	4.018	7.808	7.887	27.896
		软连接	0.0064	4.065	4.144	4.223	8.209	8.289	26.544
2000	8	硬连接	0.0019	3.463	3.531	3.599	6.994	7.062	31.153
		软连接	0.0048	3.611	3.682	3.753	7.292	7.363	29.875
2400	6	硬连接	0.0025	2.933	2.990	3.047	5.923	5.980	36.789
		软连接	0.0064	3.129	3.191	3.252	6.321	6.715	34.472
3000	8	硬连接	0.0019	2.341	2.387	2.433	4.728	4.774	46.840
		软连接	0.0048	2.489	2.538	2.587	5.026	5.075	44.057

注:1 同容量 110V(52 个电池)和 220V(104 个电池)蓄电池组的出口短路电流相同。

2 同容量、同电压的蓄电池组,蓄电池个数不同时,短路电流有差异。

表 G. 2-2 固定型排气式铅酸蓄电池内阻及出口短路电流值

GF、GM 系列				GFD 系列			
蓄电池容量(Ah)	一片正极板容量(Ah)	蓄电池内阻(mΩ)	短路电流(kA)	蓄电池容量(Ah)	一片正极板容量(Ah)	蓄电池内阻(mΩ)	短路电流(A)
800	100	0.285	7.298	600	100	0.387	5.375
1000		0.228	9.122	800		0.290	7.172
1200		0.190	10.947	1000		0.232	8.966
1400		0.163	12.760	1200		0.193	10.777
1600		0.143	14.545	1500	125	0.200	10.400
1800		0.127	16.378	1875		0.160	13.000
2000	0.114	18.246	2000	0.150		13.867	
2400	125	0.121	17.190	2500		0.120	15.600
2600		0.112	18.570	3000		0.100	20.800
2800		0.104	20.000	—	—	—	
3000		0.097	21.440	—	—	—	

表 G. 2-3 镉镍碱性蓄电池的一般性能

项 目 名 称		开 启 式			密 封 式
		袋 式		高 倍 率	
		低 倍 率	中 倍 率		
-18℃时的放电容量(Ah)%		≥50	≥60	≥70	≥70
电 压	额定电压(V)	1.20			
	浮充电压(V)	1.47~1.50	1.42~1.45	1.38±0.02	
	均衡充电电压(V)	1.52~1.55		1.47~1.48	
内阻(mΩ)		0.15~0.20	0.10	0.03~0.06	0.03~0.04
放 电 时 间	0.20C ₅ (A)~1.00(V)	4h45min			
	1.0C ₅ (A)-0.90(V)		50min	60min	60min
	5.0C ₅ (A)-0.80(V)			4min	8min
	10C ₅ (A)-0.80(V)				2min
自放电(28昼夜)%		<20	<20	<30	<35
使 用 寿 命	循环(次)	>900	>900	>500	>400
	浮充运行(年)	>20	>20	>15	>5
短路电流			15.3A/Ah	58A/Ah	

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1)表示很严格,非这样做不可的:

正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”;

2)表示严格,在正常情况下均应这样做的:

正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”;

3)表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的:

正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;

4)表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为:“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 《电力工程电缆设计规范》GB 50217
- 《电力设施抗震设计规范》GB 50260
- 《电力工程直流电源设备通用技术条件及安全要求》GB/T 19826
- 《基于 DL/T 860 的变电站低压电源设备通信接口》DL/T 329
- 《火力发电厂采暖通风与空气调节设计技术规程》DL/T 5035
- 《火力发电厂、变电站二次接线设计技术规程》DL/T 5136
- 《发电厂和变电站照明设计技术规定》DL/T 5390
- 《通信用直流—直流变换设备》YD/T 637

中华人民共和国电力行业标准

电力工程直流电源系统
设计技术规程

DL/T 5044—2014

代替 DL/T 5044—2004

DL/T 5120—2000

条文说明

修 订 说 明

《电力工程直流电源系统设计技术规程》DL/T 5044—2014 经国家能源局 2014 年 10 月 15 日以第 11 号公告批准发布。

本标准是在《电力工程直流系统设计技术规程》DL/T 5044—2004 和《小型电力工程直流系统设计规程》DL/T 5120—2000 的基础上修订而成的。上一版的主编单位是国电华北电力设计院工程有限公司,参编单位是河南省电力勘测设计院,主要起草人有:刘百震、盛和乐、陈巩、於崇干、白忠敏、卓乐友、吴聚业、高惠民、戴敏。本次修编的主要内容有:

1. 第 3 章根据目前发电厂和变电站直流电源系统的实际情况,取消了可采用 48V 蓄电池组的规定,并增加了对不同直流电源系统之间的独立性要求。对专供控制负荷的蓄电池事故放电末期出口端电压值,各类发电厂、变电站、换流站和串补站的蓄电池组数的设置以及直流网络系统设计等内容进行了修订。

2. 第 4 章对部分直流负荷的交流电源事故停电时间作了调整。

3. 第 5 章针对直流电源系统保护电器的选择性配合和监控要求进行了重点研究和修订,结合厂家验算和试验结果,提出各级保护电器的选择性配合原则和直流电缆电压降分配原则。监控内容增加了交流谐波检测,蓄电池组出口熔断器检测、交流等功能,以及对蓄电池巡检装置的要求等。

4. 第 6 章中的第 6.11 节、第 6.12 节为本次修编的新增内容,增加了对 DC/DC 变换装置和直流电动机启动设备的要求。

5. 第 7 章增加了对大中型发电厂直流电源系统屏柜的布置要求和直流成套蓄电池柜布置通风要求。

6. 本次修编对附录中直流电源系统信息表、蓄电池容量的计算方法等进行了修订。

本次修编总结了近几年火力发电厂、变电站直流电源系统设计和运行管理的实践经验,结合直流电源技术和设备的最新发展,参考相关直流电源系统和设备标准、技术规范以及国家电网、南方电网等颁布的对发电厂、变电站直流电源系统的反措要求,对原规程中不能满足目前电力工程直流电源系统安全运行的条款进行了补充和修改。在修订过程中,编制组开展了广泛的调研工作,收集了资料,并对一些重点技术问题进行了专题研究讨论及验算和校验,将近几年快速发展的新技术、新产品和新的研究成果补充进来。编制组共编写了如下4个专题报告:

- (1)火力发电厂直流系统设备选型及运行情况报告;
- (2)变电站、换流站直流系统调研报告;
- (3)直流系统保护电器选择性配合研究;
- (4)直流系统新技术、新设备应用研究。

近年来磷酸铁锂蓄电池因其属于无毒、无污染的新型环保电池,具有比能量大、寿命长、自放电率小、工作温度范围宽、维护工作量小等特点,在新能源项目以及部分电网110kV变电站已有应用,但由于磷酸铁锂蓄电池设计原型是用于频繁充放电的起动型蓄电池,将其转化成正常以浮充电方式运行的直流电源,对蓄电池安全性、容量选择计算以及现有直流电源系统接线适用性、充放电运行方式等方面的影响需要作深入研究。根据目前的实际状况,磷酸铁锂蓄电池虽在电力工程中有少量应用,但尚不具备在电力工程中推广和应用的条件,因此没有列入本次修编范围。但编制组将继续跟踪研究磷酸铁锂蓄电池安全稳定运行的方法和措施,对磷酸铁锂蓄电池的各种曲线、系数等重要数据进行系统试验和资料整理,确定磷酸铁锂蓄电池在电力工程的应用范围、运行参数、系统构成以及设备选择等相关技术要求。在经过实际变电站工程的设计、计算、安装、调试,验证研究成果后,将有关成果转化

为今后制定规程的依据。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定,编制组按照章、节、条顺序编写了本标准的条文说明,对条文规定的目的、依据以及执行中需要注意的有关事项进行了说明。但是,本条文说明不具备与正文同等的法律效力,仅供使用者作为理解和把握规程规定的参考。

目 次

1	总 则	(87)
2	术 语	(88)
3	系统设计	(89)
3.1	直流电源	(89)
3.2	系统电压	(90)
3.3	蓄电池组	(92)
3.4	充电装置	(94)
3.5	接线方式	(95)
3.6	网络设计	(98)
4	直流负荷	(100)
4.1	直流负荷分类	(100)
4.2	直流负荷统计	(100)
5	保护与监控	(103)
5.1	保护	(103)
5.2	测量、信号和监控要求	(104)
6	设备选择	(106)
6.1	蓄电池组	(106)
6.2	充电装置	(106)
6.3	电缆	(107)
6.4	蓄电池试验放电装置	(108)
6.5	直流断路器	(109)
6.6	熔断器	(110)
6.7	隔离开关	(110)
6.8	降压装置	(110)

6.9	直流柜	(111)
6.10	直流电源成套装置	(112)
6.11	DC/DC 变换装置	(112)
6.12	直流电动机启动设备	(113)
7	设备布置	(114)
7.1	直流设备布置	(114)
7.2	阀控式密封铅酸蓄电池组布置	(115)
7.3	固定型排气式铅酸蓄电池组和镉镍碱性蓄电池组布置	(115)
8	专用蓄电池室对相关专业的要求	(116)
8.1	专用蓄电池室的通用要求	(116)
8.2	阀控式密封铅酸蓄电池组专用蓄电池室的特殊要求	(116)
附录 A	直流断路器选择	(117)
附录 C	蓄电池选择	(128)
附录 E	电缆截面选择	(130)
附录 G	蓄电池短路电流计算和参考数值表	(134)

1 总 则

1.0.2 本标准适用范围增加了串补站、生物质发电厂、可再生能源发电厂和核电厂常规部分。采用独立蓄电池组的通信用直流电源系统是根据通信专业相关的规程设计的,本标准不适用。由燃气发电机本体成套提供的独立直流电源系统也不在本标准适用范围内。

2 术 语

本次修编对原规程中的术语进行了部分增减和修改,具体如下:

(1)增加了“控制负荷”、“动力负荷”、“经常负荷”、“事故负荷”、“冲击负荷”、“集中辐射形供电”、“分层辐射形供电”等术语。

(2)原术语“标称电压”、“电气设备额定电压”和“电磁兼容(EMC)”属于通用术语,因此删除以上术语。

(3)根据现行国家标准《固定型排气式铅酸蓄电池 第1部分 技术条件》GB/T 13337.1的规定修改“防酸式铅酸蓄电池”术语,改为“固定型排气式铅酸蓄电池”。

(4)原术语“系统”定义太笼统,现改为“直流电源系统”,重新定义。

(5)“交直流一体化电源系统”已在智能变电站中推广应用,因与直流电源系统有关系,故增加该术语。

3 系统设计

3.1 直流电源

3.1.1 本条增加了串补站和换流站。

3.1.2 目前在电力工程中常规弱电控制方式和弱电信号系统已经极少应用,故取消原条文中“48V 及以下直流系统可采用蓄电池组”的规定。

3.1.3 若发电厂、变电站每组蓄电池直流电源网络电气不独立,会造成直流系统绝缘水平降低及两个蓄电池组直流系统环网问题。且当直流系统发生接地故障、交流电源窜入直流电源系统等故障时,可能引起发电厂、变电站大范围停电事故。据了解,近些年在大型发电厂已发生多起因直流系统网络问题造成的全厂停机事故,故增加了每组蓄电池直流电源系统独立性的要求。

3.1.4 发电厂机组直流电源系统是按单元设置,布置在主厂房内,而升压站设备属于全厂公用,且距离主厂房较远。为避免单元机组与升压站之间相互影响运行安全,在发电厂升压站直流电源系统应单独设置蓄电池组。当采用发电机—变压器—线路组接线或其他简化接线时,允许由机组直流电源系统供电。

3.1.5 对单机容量为 300MW 级及以上机组,为保证机组和升压站直流电源系统的独立性和可靠性,辅助车间的直流电源应单独设置直流电源成套装置。

3.1.6 变电站无功补偿设备区是指变电站中可能出现的串补设备区或可控高抗设备区、SVG 设备区等。当这些区域距离变电站直流供电中心较远,电缆压降较难满足要求,推荐独立设置专用直流电源系统,该系统可采用直流电源成套装置。

3.1.8 对于有端电池的铅酸蓄电池,普遍问题是因端电池部分正常不接入母线,常常由于自放电和维护不良而导致硫化,且安装维护麻烦、使用机会少,又增加设备投资,因此,目前绝大部分电力工程直流系统是采用无端电池的蓄电池。只要设计中选取适当的电池个数,设定合适的充、放电电压值,直流母线电压就可满足在规定的允许值范围内。因此,铅酸蓄电池不设端电池是合适的。如果只有1组蓄电池,又要进行核对性放电,则只能采用1组临时的蓄电池代替。对于镉镍碱性蓄电池,当单体电池正常浮充电电压较高,而放电时电压下降幅度较大,终止电压又低时,无降压装置不能保证直流母线电压在允许范围之内,这种情况下就需要设置端电池,但注意尽量减少端电池个数。

3.2 系统电压

3.2.1 本条系原规程第4.2.1条的修改条文。

直流电源系统标称电压的确定将直接影响到蓄电池个数、充电装置容量、电缆截面大小及相关设备的选择,同时,各个等级电压也有本身所固有的优缺点,再加上运行、维护和管理等方面的因素,应做全面考虑。

1 110V直流电压主要适用于110kV及以下变电站、发电厂升压站(GIS)、发电厂专供机组控制负荷的直流电源系统。因基本上都是控制负荷,每个回路电流较小(一般不大于5A),且供电距离也不太长,采用110V直流电压更有利于直流电源系统安全运行,减少直流电源系统的接地故障。需要提醒的是,当110V直流电压供电敷设距离大于250m时,按工作电流为5A计算,直流电缆允许电压降已超过直流电源系统标称电压的6%,控制电缆截面也大于 6mm^2 ,因此110V直流电压的供电范围不宜大于250m。

2 直流动力负荷功率较大,供电距离较长,采用220V电压可以减小电缆截面,节约投资,方便施工,通过技术经济比较,推荐

采用 220V 电压等级。

3 对于单元机组动控合一的直流电源系统电压,由于有直流电动机等大负荷,故推荐采用 220V;对于直流供电范围不大于 250m 的升压站,其直流电源系统电压推荐采用 110V。当升压站直流电源系统需要采用 220V 电压等级时,为保持全厂控制电压的一致性,机组直流专用控制电压也采用 220V。

4 全厂直流控制电压应保持一致,是为了避免在控制柜、保护柜内同时出现两种不同电压,例如在与升压站有关联的发电机—变压器组的控制和保护柜中,是为了方便运行人员检修和维护,防止误操作以造成不必要事故。对于扩建和改建的发电厂,推荐采用与老厂相同的机组直流控制电压。

3.2.2 在正常运行情况下,直流母线电压比直流电源系统标称电压高 5%,允许向直流负荷供电时有 5% 的电缆电压降,以保证供电的电压水平。

3.2.3 在均衡充电运行情况下,直流母线电压主要是保证用电设备对电压水平的要求。

1 控制负荷主要是控制、信号和继电保护装置等,正常允许最高电压不能超过设备额定电压的 110%。

2 动力负荷主要是直流电动机、UPS 装置等,在正常运行时一般不投入使用,但当投入时电流很大,为保证电缆电压降,允许将最高电压提高到 112.5%,同时也不会对设备本身造成损坏。

3 控制负荷和动力负荷合并供电时,允许最高电压不超过 110%,这是首先满足控制负荷的要求。

3.2.4 “在事故放电末期,蓄电池组出口端电压不应低于直流电源系统标称电压的 87.5%”是本次修编中比较重要的修订。为满足直流保护电器选择性配合需要,将蓄电池组出口的事故放电末期的终止电压从原来的 $85\%U_n$ 提高到 $87.5\%U_n$ 。首先,这有利于直流电缆的选择,电缆截面可以普遍减小;其次,由于各断路器

之间电缆电压降增加,电流差值加大,有利于直流断路器的选择性动作。当然,将事故放电末期的电压抬高,理论上意味着蓄电池容量也将加大,但从实际应用来说,目前阀控密封铅酸蓄电池的终止电压一般选用 $1.85\text{V}\sim 1.87\text{V}$,已基本满足 $87.5\%U_0$ 。终止电压的要求,因此实际蓄电池组容量的选择基本不会加大。

3.3 蓄 电 池 组

3.3.1 本条系原规程第4.3.1条的修改条文。

1 铅酸蓄电池主要分固定型排气式和阀控式两类。阀控式密封铅酸蓄电池的优点是:放电性能好、技术指标先进、占地面积小和维护工作量小等,缺点是:使用寿命相对较短,对环境温度要求较高。多年运行经验证明,阀控式密封铅酸蓄电池能够满足发电厂、变电站和直流输电换流站、串补站对直流电源系统安全和可靠运行的要求。固定型排气式铅酸蓄电池由于存在占地面积大、维护工作量大、运行中会产生氢气、伴随着酸雾、需要有防护措施等缺点,目前在常规发电厂、变电站等已经基本不采用。近些年有国外公司提供一种富液式铅酸蓄电池,利用水分重组阀减少蓄电池水分的损失,降低了蓄电池对通风、防酸和防爆的要求,减少了现场维护工作量,与阀控式密封铅酸蓄电池类似,但电池寿命比阀控式密封铅酸蓄电池长。

2 镉镍碱性蓄电池具有放电倍率高、安装方便和使用寿命长等优点,但它的单体电池电压低,使电池数量增加,需要设调压装置以及有爬碱等缺点。目前在国内发电厂、变电站中已经极少应用,但在国外项目中仍有部分应用。因此,保留镉镍碱性蓄电池的内容。

3 固定型排气式铅酸蓄电池具有产品成熟、性能稳定、寿命较长、价格较低的优点,目前主要应用在对直流电源系统运行稳定性要求较高的核电站。

3.3.2 本条系新增条文。

推荐采用单体为 2V 的蓄电池,是因为 2V 蓄电池的设计寿命相对 6V 或 12V 组合电池的设计寿命要长。建议今后在招投标标书中就应明确:对发电厂、升压站和换流站直流电源系统,应采用单体 2V 的蓄电池,阀控式密封铅酸蓄电池设计寿命不应低于 10 年,固定型排气式铅酸蓄电池设计寿命不应低于 15 年。直流成套电源装置的蓄电池也推荐采用单体 2V 的蓄电池,当蓄电池容量小于 200Ah,选择 2V 蓄电池有困难时,也可采用 6V 或 12V 的蓄电池。

3.3.3 本条系原规程第 4.3.2 条的修改条文。

1 目前单机容量在 125MW 以下机组的火力发电厂虽然装机容量较小,但其重要性及企业管理和自动化水平并不低,装设的蓄电池组数应与电厂的要求相适应。当全厂安装的机组台数为 2 台及以上时,推荐装设 2 组蓄电池。对于母管制的供热机组,因机炉数量不匹配,存在汽机容量小、数量少,而锅炉容量大、台数多的情况,应该根据工艺系统配置和电气接线情况,适当增加蓄电池组数,防止直流电源系统规模过大,影响全厂机组运行的可靠性。当电厂只有 1 台机组时,装设 1 组蓄电池也是合理的。

5 由于发电厂燃气机组的种类和型式很多,有单循环燃机和联合循环之分,联合循环发电机组又有“一拖一”单轴或多轴配置以及“二拖一”多轴配置等,每套燃机容量范围从几十兆瓦到几百兆瓦,因此蓄电池组的设置应依据机组容量和电气接线方式确定。

6 当大型发电厂蓄电池容量大于产品容量时,允许装设 2 组“半容量”的蓄电池,并联运行,可视为 1 组蓄电池。

随着火力发电厂建设规模的不断扩大,工程分多期建设,对采用敞开式、电压等级为 220kV 及以上的配电装置考虑采取适度分散原则设置网络继电器室,因此网络直流电源系统也应按网络继电器室分散装设蓄电池组,以限制每套直流电源系统的覆盖范围,减少电缆投资和各种电气干扰。

7 对于重要的 110kV 变电站,为提高供电可靠性,可装设 2 组蓄电池。目前,国内很多重要的 110kV 变电站都装设 2 组蓄电池。

8 750kV 变电站蓄电池组的设置要求与 220kV~500kV 变电站相同。

9 1000kV 变电站站区规模较大,一般根据继电器室的布置位置、数量和相对集中的原则,按区域设置直流电源系统。目前已建成的晋东南 1000kV 变电站、荆门 1000kV 变电站、南阳 1000kV 变电站基本上都是采用该设置方式。当特高压站为 GIS 站,站区布置相对紧凑时,也可全站集中设置一套直流电源系统。

10 当串补站是建在变电站内或与变电站毗邻时,与变电站共用蓄电池组从技术上或经济上是合理的。串补站毗邻相关变电站布置但技术经济不合理时,主要指串补站与毗邻的变电站不是同期建设,原系统容量考虑不足即蓄电池容量没有考虑串补站的最终规模;或者串补站与原变电站直流电源系统距离较远,电缆压降较难满足运行要求等情况。

11 由于直流换流站是采用高压直流输电,一般为双极系统,每一极都可以单独运行,因此,两个极的直流电源也宜分别设置,并与每一极对应,每一极设 2 组蓄电池。当换流站每极设置 2 个阀组时,宜按阀组分别设置蓄电池组,每一阀组设 2 组蓄电池。公用直流负荷设置 1 套公用设备直流电源系统,配置 2 组蓄电池。直流换流站包括交流场、交流滤波器场等站用公用设备用蓄电池组,可以按照地理位置考虑集中或分散设置原则。

3.4 充电装置

3.4.1 电力工程应用的充电装置型式主要有高频开关电源模块型和相控式两种。高频开关模块 1992 年问世,模块电流为 5A~50A,技术性能和指标先进,体积小、重量轻、效率高、使用维护方

便、自动化水平高,目前已在常规发电厂和变电站中广泛应用。相控式充电装置接线简单、输出功率大、性能稳定、价格相对便宜,同时有较成熟的运行经验,但由于其性能指标和效率方面低于高频开关模块,且体积较大,在常规发电厂和变电站中已较少应用,但在核电常规岛等项目中仍有应用。工程设计中可根据具体情况选用。

3.4.2、3.4.3 对于相控式充电装置,可配置 1 套备用充电装置,即 1 组蓄电池配置 2 套充电装置,2 组蓄电池配置 3 套充电装置。高频开关电源模块型充电装置的整流模块可以更换,且有冗余,其可靠性相对较高,可不设整套充电装置的备用。当全厂(站)仅设有 1 组蓄电池时,也可配置 2 套高频开关电源模块型充电装置。

3.5 接线方式

3.5.1 本条针对 1 组蓄电池直流电源系统的接线作出规定。1 组蓄电池直流电源系统推荐采用单母线或单母线分段接线,使系统接线更加简单,运行也更加可靠。1 组蓄电池的直流电源系统允许从相同电压的另一直流电源系统接入一应急电源回路供短时使用,解决紧急情况下的需要,主要针对不同机组之间的直流电源系统应急联络回路。由于本机组蓄电池容量选择时没有考虑另一组蓄电池的负荷,故该联络回路应按直流馈线考虑,装设直流断路器。正常运行时,该回路应为断开状态。1 组蓄电池、1 套充电装置典型接线示意图如图 1 所示,1 组蓄电池、2 套充电装置典型接线示意图如图 2 所示。

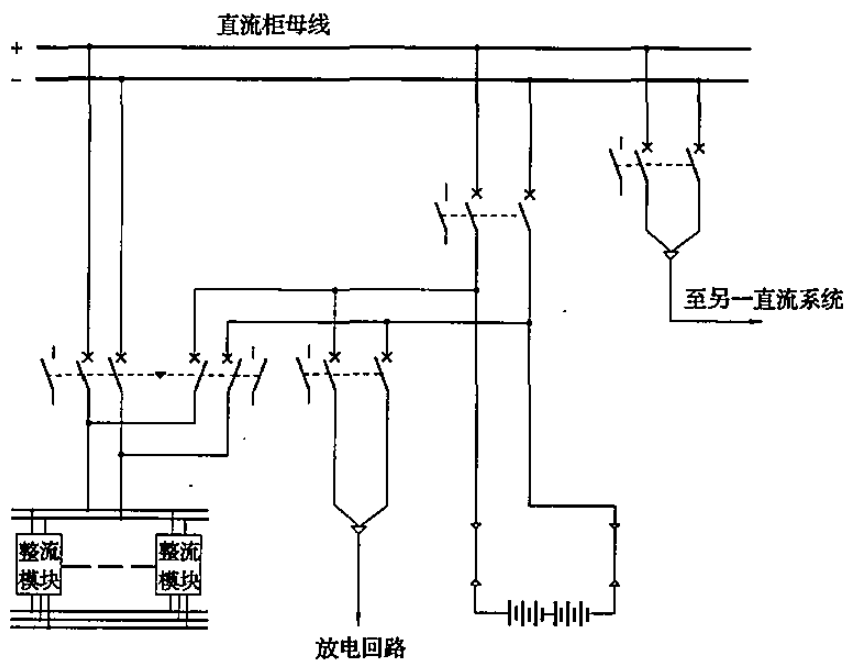


图 1 1组蓄电池、1套充电装置典型接线示意图

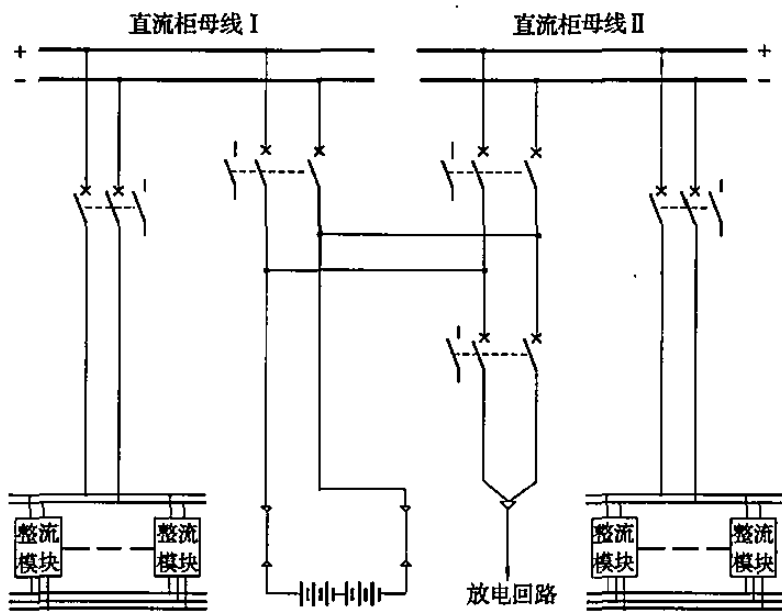


图 2 1组蓄电池、2套充电装置典型接线示意图

3.5.2 本条针对2组蓄电池直流电源系统的接线作出规定,即2组蓄电池正常运行时应分别独立运行。考虑到定期充、放电试验要求,为了转移直流负荷,对同一电压等级的2组蓄电池,当电压相差不大,即不超过直流电源系统标称电压的2%,且2组蓄电池型号相同、投运时间和运行环境类似时,其老化速度及特性比较接近,短时并联不会对蓄电池组造成伤害。此外,2组蓄电池切换过程还应避免直流电源系统电压波动过大,或某个直流电源系统存在接地故障而影响两个直流电源系统的安全运行。当两个直流电源系统间设有联络线时,对发电厂控制专用直流电源系统和变电站直流电源系统,联络开关可采用隔离开关;对发电厂动力专用直流电源系统和动力控制合并供电的直流电源系统,联络开关应选用直流断路器。2组蓄电池、2套充电装置典型接线示意图如图3所示,2组蓄电池、3套充电装置典型接线示意图如图4所示。

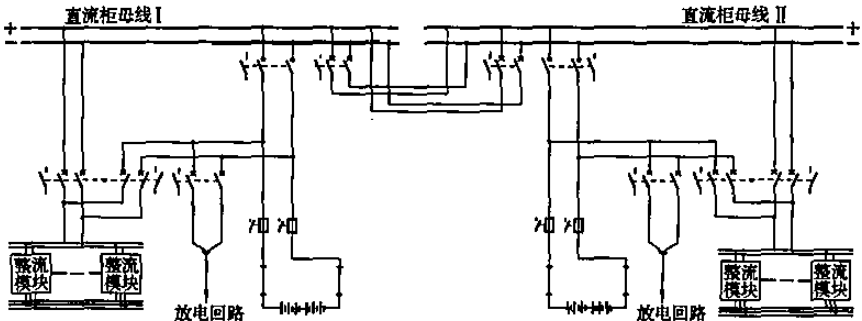


图3 2组蓄电池、2套充电装置典型接线示意图

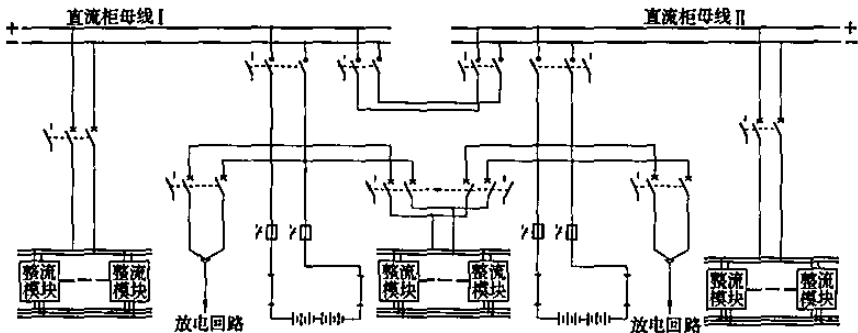


图4 2组蓄电池、3套充电装置典型接线示意图

3.5.4 带端电池的镉镍碱性蓄电池,在浮充电、事故放电末期和均衡充电等运行工况下,若无法同时满足直流母线电压在允许范围之内时,则需要考虑采取降压措施,对直流母线电压进行调整。其降压装置推荐接入蓄电池组与直流母线之间,取消控制母线,从而简化接线和提高可靠性。对于铅酸蓄电池组,不推荐设降压装置。

3.5.5 每组蓄电池设有专用的试验放电回路,蓄电池试验放电设备经隔离和保护电器直接与蓄电池组出口回路并接,主要为了试验时蓄电池组可方便退出,简化操作步骤和接线,避免误操作,同时不影响直流母线的运行。由于蓄电池试验放电次数不多,为提高试验设备利用率,不宜固定连接,采用移动式设备,便于多组蓄电池公用。

3.6 网络设计

3.6.1 直流网络辐射形供电方式细分为集中辐射形供电方式和分层辐射形供电方式。

3.6.2 对于直流电动机等动力负荷或交流不间断电源等大容量负荷,选用的直流断路器额定电流值较大,如从直流分柜上引接,必然会使上一级选用更大的直流断路器,增加了保护级差配合的难度,同时也降低了直流供电可靠性,因此这些负荷应采用集中辐射形供电方式,即直接从直流柜母线引接。

3.6.3 对于发电厂机组保护柜、测控柜、快切柜等,以及系统远动、系统通信的直流电源,虽然每个直流回路容量不大,但考虑到对机组安全运行的重要性,推荐采用从直流柜母线直接引接方式。但当电厂采用分散布置方式,直流柜距离电子设备间或继电器室距离较远时,也可考虑从直流分电柜引接电源。

3.6.4 分层辐射形供电方式设置直流分电柜,主要是为简化网络接线和节省电缆,因此,直流分电柜应设在负荷中心处。如:发电厂中高/低压厂用配电装置可按电压等级以及配电间的布置分别

设置若干直流分电柜；变电站采用 $1\frac{1}{2}$ 断路器接线的高压配电装置，按串设置分电柜。

3.6.5 本条系原规程第 4.6.4 条的修改条文。

1 由于直流分电柜分散布置在直流负荷中心处，距离直流柜较远，供电电缆较长，如果该电缆发生故障，更换需要很长时间，为保证直流分电柜的供电可靠性，推荐每段直流母线由 2 回直流电源供电。每个直流分电柜电源进线侧应装设隔离电器，供电电缆维护和试验用，隔离电器一般采用隔离开关或带隔离功能、无脱扣器的直流断路器。为避免在运行、检修时将两段直流母线并联给直流电源系统正常运行带来安全隐患，不推荐直流分电柜同时从两段直流电源系统引入电源。

2 对于要求双电源供电的负荷，如 220kV 及以上系统保护、单机容量 100MW 级及以上发电机变压器组控制和保护回路等，分电柜应设置 2 段母线，分别由不同蓄电池组供电，母线之间不设联络电器。由于已经明确分电柜每段母线均由同一蓄电池组的 2 回直流电源供电，因此其供电可靠性已有保证，不同的两段母线之间不必再设置联络电器，以避免在分电柜处将 2 个直流电源系统并列。

3 直流分电柜 2 回直流电源正常运行时，一路工作，另一路备用，由于 2 路直流电源来自同一组蓄电池，允许采用手动并联切换方式。对于公用直流分电柜 2 回直流电源来自不同蓄电池组的，原则上宜采用手动断电切换方式。

3.6.6 采用环形供电方式的直流系统时，为避免造成供电回路的误并联，推荐采用手动断电切换。

4 直流负荷

4.1 直流负荷分类

4.1.1 本条根据不同负荷类型,列出了控制负荷和动力负荷对应的系统/装置名称。

4.1.2 直流负荷按性质分为经常负荷、事故负荷和冲击负荷。本条列出了经常负荷、事故负荷和冲击负荷所对应的各类电气负荷名称。

4.2 直流负荷统计

4.2.1 本条对直流负荷统计作出规定。

1 当装设2组蓄电池时,因控制负荷属于经常负荷,为保证安全,允许切换到1组蓄电池运行,故应统计全部负荷。

2 当发电厂没有保安电源时,事故照明负荷较大,可能影响蓄电池容量,故应按60%统计在每组蓄电池上。但变电站和有保安电源的发电厂,其事故照明负荷相对较小,而且有保安电源的发电厂,事故照明由蓄电池供电的时间较短,为安全和简化事故照明切换接线,其每组蓄电池可按100%负荷统计。

3 对于断路器合闸冲击负荷,为保证其安全和可靠运行,按随机负荷叠加在最严重的放电阶段,每组蓄电池均应考虑。

4 两个直流电源系统间的联络线是为保证安全而设立的,仅是临时和紧急备用,故不应再统计对端的负荷。

4.2.2 本条系原条文第5.2.2条的修改条文。

1、3 与电力系统连接的发电厂和有人值班的变电站,在全厂(站)事故停电时,一般在30min左右即可恢复厂(站)用电,为保证事故处理有充裕的时间,计算蓄电池容量时按1h的事故放电负荷计算。

2、4 不与电力系统连接的发电厂和无人值班的变电站,考虑到电气主接线和配电装置规模庞大、操作相对复杂以及维修人员前往变电站的路途时间等因素,在事故停电时间 1h 内很难立即处理恢复厂(站)供电,故蓄电池容量按 2h 事故放电负荷计算。考虑到对于位置比较偏远、交通不便的无人值班变电站,事故停电时间 2h 仍可能无法满足实际要求,故将事故停电时间用词由“应”改为“宜”。

5 根据现行国家标准《1000kV 变电站设计规范》GB 50697,现行行业标准《高压直流换流站设计技术规定》DL/T 5223 和《串补站设计技术规程》DL/T 5453 的规定,1000kV 变电站、串补站和直流换流站事故停电时间均按 2h 计算。

4.2.5 本条系原规程表 5.2.3 的修改,修改说明如下:

(1)所有控制负荷均按事故停电时间统计。

(2)增加 1000kV 变电站、串补站各类负荷事故放电计算时间。

(3)直流润滑油泵供电的计算时间,是由汽轮发电机组惰走时间决定的。据调查,不同容量汽轮发电机组惰走时间为:

12MW~25MW 机组,17min~24min;

50MW~125MW 机组,18min~28min;

200MW~300MW 机组,22min~29min;

600MW 及以上机组,80min~85min。

(4)氢密封油泵的计算时间是根据汽轮发电机组事故停机后检查或检修需要排氢时所需要的时间决定的。据调查,200MW 及以下机组按 1.0h,大容量机组按 3.0h 统计可以满足要求。

(5)原规程规定发电厂交流不间断电源装置的负荷计算时间为 0.5h,对于其他厂(站),则按事故停电时间全过程使用的原则,取 1.0h 或 2.0h。设计原则不统一,且发电厂在整个事故停电过程中交流不间断电源系统并未退出运行,与实际情况不符。为统一设计原则,提高安全性,调整发电厂交流不间断电源的事故放电计算时间与发电厂事故停电时间保持一致。

(6)恢复供电时断路器合闸的冲击负荷,可发生在事故停电过程的任何时刻。按随机负荷考虑是合适的,叠加在事故放电过程中的严重工况上,不固定在事故放电末期,是从偏于安全考虑,合闸计算时间按 5s 计。

4.2.6 直流负荷统计负荷系数的选取说明如下:

(1)控制、保护、继电器负荷主要是针对由分离元件构成的经常负荷,其负荷系数取 0.6,实际就是同时系数。

(2)因监控系统、智能装置、智能组件的经常负荷是同时持续存在的,考虑到厂家提供的设备功率消耗都有一定的裕量,故负荷系数取 0.8。

(3)高压断路器跳闸是指事故初期高、低压厂用备用电源自投失败后,紧接着发生低电压保护动作,使大量断路器跳闸,这些负荷的动作时间可能有先后,精确统计困难较大,为了计算方便和偏于安全考虑,将这些负荷之和乘以 0.6 进行统计。

(4)高压断路器自投是指厂(所)备用电源自动投入。此时,实际动作的断路器,其台数与实际高压厂用电接线有关,一般为 2 台,最多为 3 台。目前发电厂高压厂用断路器已很少采用电磁操动机构,额定合闸电流不大,对蓄电池容量选择影响有限,负荷系数可取 1.0。

(5)恢复供电高压断路器合闸是指事故处理完毕,为恢复供电进行的操作,一般只考虑 1 台断路器,故负荷系数取 1.0。

(6)直流润滑油泵和氢(空)密封油泵选择电动机时,一般电动机的电磁功率比油泵所需的轴功率大 15%~30%,所以负荷系数可小于 1.0。

(7)发电厂交流不间断电源事故停电时间调整延长,为避免对蓄电池容量选择造成太大影响,综合考虑设计时负荷统计、装置裕度以及实际运行负荷同时率等因素,故将发电厂交流不间断电源负荷系数从 0.6 调整为 0.5。变电站交流不间断电源的负荷系数不作调整。

5 保护与监控

5.1 保 护

5.1.2 本条系原规程第 6.1.2 条的修改条文。

1 熔断器存在更换熔丝的麻烦,以及熔丝是否正常不易检测等问题,但由于熔断器具有简单、经济、与下一级保护比较好配合的特点,且有明显断口,方便检修和维护,目前发电厂蓄电池出口回路仍普遍采用熔断器作为保护电器,且现在已有技术手段可实现在线检测熔断器是否正常,因此对大容量蓄电池组仍推荐采用熔断器作为保护电器。当然,在能确保直流断路器性能满足上、下级级差保护配合和短路容量的前提下,也可采用具有保护选择性的直流断路器作为蓄电池出口回路的保护电器。

2 充电装置通常都具有短路限流保护功能,因此当充电装置出口发生短路时,短路电流主要是由蓄电池提供,从直流柜母线反向流向充电装置。因此,充电装置回路推荐采用无极性要求的直流断路器,若有极性要求时,直流断路器应采用反极性接线,即仍然按直流馈线方式接线。

3 由于直流断路器动作比熔断器熔断要快,当熔断器装设在直流断路器的下一级时,级差要求大,即便如此,也很难做到有选择性的动作,所以,不允许直流断路器装设在熔断器之前。

5.1.3 本条系原规程第 6.1.3 条的修改条文。

2 目前电力工程直流电源系统馈线开关基本都是采用直流断路器,熔断器已极少使用,因熔断器不方便运行监视且维护工作量大,因此推荐采用直流断路器。

3~5 补充了对充电装置、应急联络断路器、分电柜保护级差

配合要求。

5.1.4 本条系原规程第 6.1.4 条的修改条文。

5.2 测量、信号和监控要求

5.2.4 每段(组)直流母线(包括直流分电柜)装设 1 套绝缘监测装置。当直流母线绝缘电阻低于规定值时,应能发出声光报警信号。绝缘监测装置仪表应能测出正、负极母线对地的电压值及绝缘电阻值。当直流电源系统绝缘电阻低于规定值时,即 110V 直流电源系统绝缘电阻低于 50k Ω 或 220V 直流电源系统绝缘电阻低于 100k Ω 时,应及时发出报警信号。

5.2.5 直流系统的其他自动装置,包括充电装置、绝缘监测装置等均应先传送至直流系统微机监控装置,所有直流系统信息统一通过微机监控装置通信接口向外传送,这样可以减少通信接口,减少接口配合工作量。

5.2.6 目前蓄电池巡检仪在实际工程设计中已有很多应用,投资不大,系统也不复杂,可实现在线实时监测单个蓄电池电压和电池表面温度,提高蓄电池的运行维护管理水平,延长其使用寿命。但在实际应用中发现,检测蓄电池电压正常并不能保证蓄电池容量满足要求,因此在实际工程中,有条件时还可增设在线测量每个蓄电池内阻值,以便尽早发现蓄电池组中不合格的单体。

5.2.7 随着计算机网络和自动化技术的发展,对无人值班变电站应逐步推进直流电源系统高级功能要求,包括设备状态可视化、智能告警、自诊断、远程维护等功能。根据调研,某公司的直流电源智能在线监控/诊断系统初步实现的应用功能包括:

(1)直流电源系统实时仿真、信号报警故障点位置显示、自动诊断判别、远程访问及维护;

(2)故障告警信息的分类和过滤,自动报告直流电源系统异常并提出故障处理意见,为调度端提供分层分类的故障告警信息,为实现远程设备运行管理提供基础数据支撑;

(3)实现对运行状态进行在线实时分析和推理,在故障情况下对事件数据进行综合分析,并将故障分析以简明的可视化界面综合展示,扩展设备的自诊断范围,提高自诊断的准确度和速度。

6 设备选择

6.1 蓄电池组

6.1.1 蓄电池个数是由单体电池正常浮充电电压值和直流母线电压确定的。其中直流母线电压取 1.05 倍直流电源系统标称电压值,是考虑到允许用电设备有 5% 的电缆压降,以保证正常运行时电压不低于额定值。

高倍率镉镍蓄电池标称电压为 1.2V,正常浮充电电压为 1.36V~1.39V,蓄电池个数宜按直流母线电压在事故放电末期为额定电压的 90% 计算,每个电池电压为 1.1V,每组电池需 180 个。若满足浮充电电压 1.36V~1.39V 的要求,则每组电池只能限制在 165 个~169 个。二者之差只能依靠调压装置来解决。

6.1.5 由于本次修编已对直流电源系统网络各回路的允许压降作了规定,故取消计算最严重放电阶段的直流母线电压水平。

6.1.6 本条取消了对两种蓄电池容量计算方法的说明,列出了蓄电池容量计算的步骤和要求。

6.2 充电装置

6.2.1 本条系原规程第 7.2.1 条的修改条文。1 组蓄电池配置 1 套充电装置的直流电源系统,如果只有 1 个交流电源,当该回路的电缆故障时,则失去电源,更换电缆又不能在规定时间内完成,故要求充电装置的交流电源设置 2 个回路。当 2 组蓄电池配置 3 套充电装置时,每个充电装置可只配置 1 个交流电源。

6.2.3 本条增加了高频开关电源模块的选择配置原则。

6.2.5 根据现行国家标准《电力工程直流电源设备通用技术条件及安全要求》GB/T 19826,本次修编对表格中直流输出电压和电

流调节范围进行了修改,并取消了原表格中 48V 和 24V 的相关内容。

6.3 电 缆

6.3.1 直流电源系统为发电厂、变电站和换流站二次设备正常稳定运行提供重要的独立电源,同时也是全厂(站)失去全部交流电源后设备和人员安全的最后保障,其重要性是不言而喻的。目前国内发电厂直流电源回路电缆都是采用耐火电缆,这是为了保证在外部着火的情况下,直流电缆能够维持一定时间的直流电源供电;而电网系统的变电站等直流电源回路电缆则是采用阻燃电缆。根据现行国家标准《电力工程电缆设计规范》GB 50217 的有关规定,当采用阻燃电缆时,需要采取耐火防护措施。考虑到发电厂和变电站的情况不尽相同,故作此规定。另外,为与现行国家标准《继电保护和安全自动装置技术规程》GB/T 14285 第 6.1.9 条的规定统一,控制和保护回路直流电源电缆选择屏蔽电缆。

6.3.2 由于国内蓄电池组保护电器一般布置在直流柜内,导致蓄电池组引出电缆短路没有保护措施。为了防止发生蓄电池正极和负极之间的短路,提高可靠性,蓄电池出口正极电缆和负极电缆不允许共用一根电缆。蓄电池电缆推荐采用单芯动力电缆,当蓄电池容量较大时可选用多芯电缆,以方便与蓄电池的端头连接。

6.3.3 蓄电池组与直流柜之间连接电缆截面的选择应满足两个条件,即长期允许载流量和允许电缆压降。按长期允许载流量计算时,应取大于蓄电池 1h 或 2h 放电率电流,允许的电缆压降不应大于直流电源系统标称电压的 1%。为了满足电缆压降不大于规定值,同时限制蓄电池电缆截面,设计时应尽可能缩短电缆敷设路径。

6.3.4 蓄电池浮充运行时,直流电源系统电压是标称电压的 105%,断路器能可靠合闸所需电压为标称电压的 90%~95%,因此断路器合闸回路电缆截面允许电压降可取直流电源系统标称电

压的10%~15%。

6.3.5 原规程对直流电缆的压降值仅规定了上限值,研究表明,当电缆压降过小时会导致直流系统上、下级保护选择性配合难以实现,因此增加了对直流电缆压降值的下限值。

6.3.6 采用分层辐射形供电方式时,考虑到直流分电柜一般布置在负荷中心,离直流终端断路器较近,故将直流分电柜与直流终端断路器之间允许的电压降规定为1%~1.5%,而直流柜与直流分电柜之间允许的电压降规定为3%~5%。在实际工程中可根据设备布置的具体情况作适当调整,但要满足从直流柜到设备终端的总压降不大于6.5%的要求。由于直流电缆截面选择对直流保护电气选择性配合的影响很大,在满足电压降要求的前提下尽可能选择与计算值接近的标准电缆截面,不要故意放大电缆截面。

6.3.7 直流电源系统电动机电缆截面一般是由允许的电压降决定的,当选择的电缆载流量远远大于需要的载流量时,可不考虑环境因素和敷设系数。如直流动力负荷电缆截面是按电缆长期允许载流量确定的,则应根据敷设路径和环境温度,适当考虑电缆敷设系数。

6.3.8 2台机组之间的220V直流电源系统互联是为了临时应急之用,正常直流电源系统母线电压为直流标称电压的105%,当分开布置时,电缆压降取直流电源系统标称电压的5%。这样既保证了直流负荷侧电压满足最低直流电压要求,又不会造成互联电缆截面选择过大。

6.4 蓄电池试验放电装置

6.4.1 试验放电装置的额定电流应根据蓄电池试验时的放电电流选取。铅酸蓄电池一般按 $1.0I_{10}$ 放电,镉镍碱性蓄电池一般按 $1.0I_5$ 放电。考虑到装置额定电流选择需要有一定的范围和裕量,故选择时可取 $1.10I_{10} \sim 1.30I_{10}$ 和 $1.10I_5 \sim 1.30I_5$ 。

6.4.2 试验放电设备采用电热器件可以防止出现明火,确保安

全。当然,采用有源逆变放电装置也是可以的,能充分利用能源,但接线会复杂一些,投资也会增加。

6.5 直流断路器

6.5.1 直流断路器分为微型断路器和塑壳断路器。标准二段式断路器具有速断保护和反时限过流保护,三段式断路器具有速断保护、反时限过流保护以及短延时保护。目前标准二段式微型断路器因脱扣器动作范围大,且无法进行整定,实现上、下级保护选择性配合难度较大。目前国内部分厂家通过级联技术和提高微型断路器脱扣器瞬时动作精度,弥补标准二段式断路器选择性配合方面的不足,并辅以带短延时保护的直流断路器,可基本解决直流断路器配合问题。对于直流回路保护电器,首选是二段式直流断路器,其特点是快速、简单和可靠。当不能满足上、下级选择性配合要求时,可采用带短延时保护的三段式断路器。当采用短延时保护时,应考虑到下一级故障点短路电流的大小,防止瞬时电流速断和短延时电流速断同时动作,否则应提高瞬时电流速断保护的動作倍数。

6.5.2 本条在沿袭原规程第 7.5.2 条的基础上,内容作了适当的增加和调整。

2 蓄电池出口回路直流断路器的额定电流按蓄电池 1h 或 2h 放电率电流选择,考虑到某些情况下,事故放电初期(1min)放电电流可能很大,所以,要求校验保护以免误动。同时,还应满足蓄电池大电流放电所能承受的能力。

高压断路器电磁操动机构合闸回路直流断路器的额定电流按 0.3 倍的额定合闸电流选择,一是考虑到电磁操动机构的合闸时间很短,发热不是问题,二是可以降低保护的整定电流,提高可靠性。为防止直流断路器误动作,还应进行保护校验,确保直流断路器过载脱扣器时间大于断路器固有合闸时间。

直流电动机回路直流断路器额定电流应按电动机额定电流选

择,这样可保证直流断路器长期运行,不致过热。同时,直流断路器脱扣电流为 $7I_n \sim 8I_n$,直流电动机启动电流一般被限制在 $2 \sim 3$ 倍左右,保护也不会误动作。

4 2 台机组 220V 直流电源系统应急联络断路器之间采用电缆连接时,联络断路器与相应的蓄电池组出口保护电器应具有选择性,以保证提供应急电源的直流电源系统不因提供应急电源而影响其正常工作。当应急联络回路或被连接的直流电源系统发生短路故障时,联络断路器应瞬时断开。

5 当采用短延时电流速断保护时,直流断路器的额定短时耐受电流应大于该装设地点最大短路电流。不仅如此,其相关设备的额定短时耐受电流也应在允许范围之内。

6.6 熔断器

6.6.1 为了便于在运行中对熔断器进行维护和更换,保证检修人员的人身安全,要求装设隔离电器。隔离电器可采用隔离开关,也可采用熔断器式隔离开关。

6.6.3 蓄电池出口回路熔断器应采用具有 G 特性的低压熔断器,即采用全范围分断能力的熔断体。直流电动机回路保护电器推荐采用直流断路器,所以取消原规程熔断器中的相关内容。

6.7 隔离开关

6.7.2 母线分段开关额定电流按全部负荷的 60% 考虑已足够,因为一般均不超过 50%。考虑到允许直流母线采取并联切换方式,选择的隔离开关应具有切断负荷电流的能力。

6.8 降压装置

6.8.1 目前,因蓄电池个数选择已基本满足直流电源系统电压波动范围要求,且降压装置增加了回路的复杂性,降低了直流电源系统的可靠性,因此在发电厂不推荐采用降压装置。但在部分地区

的变电站中,为增加单组蓄电池的电池个数,保证直流母线的电压稳定,仍有设置降压装置的。因此,本次修订仍保留了相关条文。

蓄电池输出电流经常变化,但降压装置的电压降应基本保持不变,以保证直流母线的电压稳定。硅元件中的硅二极管、硅堆和硅链均具有这种特性,即正向电流大于饱和值后,硅元件电流再在很大范围内变化时,其管压降只在 0.6V~0.8V 之间变动,因此,直流系统需要的电压降数值可采用不同数量的硅元件串联实现。

6.8.2 硅元件的额定电流可按下式计算:

$$I_{ng} \geq K_K I_{Lm}$$

式中: I_{ng} ——硅元件的额定电流(A);

K_K ——可靠系数,取 1.5~2.0;

I_{Lm} ——通过降压装置的最大持续负荷电流(A)。

当有冲击电流通过硅元件时,还应校验该电流是否超过硅元件的短时过载能力,如果超过了,还应加大硅元件的额定电流,以保证安全运行。

硅元件所在的工作回路电压不是很高,但考虑到直流电源系统中可能出现暂态过电压,将会击穿硅元件,所以,硅元件的额定反向电压应为直流电源系统标称电压的 2 倍及以上,以保证有足够的裕度。

6.9 直 流 柜

6.9.1 考虑到直流柜内有笨重部件和大型直流系统中电动力的影响,柜体应采用加强型结构。直流柜防护等级 IP20 为最低标准,条件允许和需要时,可适当提高防护等级。本条增加了对布置在交流配电间的直流分电柜防护等级的要求。

6.9.2 直流柜的外形尺寸推荐采用与控制、保护柜一致的标准尺寸。

6.9.4 由于目前塑壳断路器也有 63A 及以下的规格,塑壳断路器可直接出线,因此,本条改为“采用微型断路器的直流馈线应经

端子排出线”。

6.9.6 蓄电池短路电流的数值取决于内阻的大小,而内阻又与产品型式、生产厂家、生产工艺和原材料等有关,条文中提出的数据是根据最新收集到的某厂家蓄电池参数计算的,只能作为在没有得到厂家正式资料之前的参考。它在大多数情况下是适用的。

6.10 直流电源成套装置

6.10.2 直流电源成套装置主要适用于小型变电站、配电所和辅助车间,应该小而精,一般直流柜(含蓄电池柜)的数量不宜超过5面。为了适应当前无人值班变电站直流电源系统的实际需要,本次修编将组柜安装的阀控式密封铅酸蓄电池容量从“200Ah及以下”调整为“300Ah以下”。

6.11 DC/DC 变换装置

6.11.1 本条列出了DC/DC变换装置的基本技术特性要求。

6.11.2 DC/DC变换装置和直流充电装置(AC/DC)、交流逆变装置(DC/AC)一样,都是由电力电子元件构成的,其过载能力有限。当通信负荷出现大电流过载冲击或馈线回路发生短路故障时,DC/DC变换器的输出限流保护动作有可能造成母线电压跌落,使得通信设备失电。南方电网公司曾组织有关单位进行变电站通信DC/DC电源可靠性测试,实验也证实了输出支路短路或过载会导致其他支路通信设备断电。因此,如何保证在负载出现过载或短路故障时能可靠地分断故障回路的馈线开关,使DC/DC变换器的输出电压维持在正常的范围内连续可靠供电,是工程应用中所面临的主要问题。解决上述问题目前还没有特别完善的办法,条文中所列的三个方法建议工程设计中同时采用,以尽量提高DC/DC变换器馈线直流断路器可靠动作的概率。

1 “总输出电流不宜小于馈线回路中最大直流断路器额定电流的4倍”是为了保证馈线开关的过流保护能够动作。

2 “加装储能电容”是为增强 DC/DC 电源输出冲击电流的能力,保证馈线开关的速断保护能够可靠动作。在加装储能电容后,短路发生时提供额外的附加冲击电流,但是因为电容放电电流与回路中的电气参数有关,故当附加冲击电流达到一定限值后,即使进一步增大储能电容的容量,也只能起到延长电容放电时间的作用。

3 “馈线断路器宜选用 B 型脱扣曲线的直流断路器”是为了降低断路器脱扣动作值,B 型微断的瞬时脱扣范围为 $4I_n \sim 7I_n$,适用于保护短路电流较小的负载。

6.12 直流电动机启动设备

6.12.1 发电厂直流油泵电动机的电力回路应装设限制启动电流的启动电阻,使直流电动机平滑启动。发电机直流油泵电机传统的启动方式是采用直流接触器切换电阻方式,即在直流电机的电枢回路中串入大功率电阻,通过电阻降压来限制电动机的启动电流,当电动机电流或转速达到一定值时,通过直流接触器将电阻旁路。这种传统直流电动机启动方式的优点是回路简单、造价低,缺点是:①对直流电源系统造成较大冲击,②直流接触器经常发生触头烧损问题。目前,部分厂家推出了一种由大功率电力电子器件和 PWM 控制技术实现的直流电动机软启动控制柜,克服了传统启动方式的缺点,增加了智能功能,可实现直流电动机的平滑启动,但价格会贵一些。

6.12.3 直流电动机的启动电阻将启动电流限制在额定电流的 2.0 倍,一是为了限制电机启动对直流电源系统的影响,二是为了不使蓄电池容量增加过多。但目前部分燃机直流油泵电动机启动时间短,启动电流远远超过规定值,对蓄电池容量选择影响较大,需要特别注意。

7 设备布置

7.1 直流设备布置

7.1.1 直流电源进线柜、直流馈线柜、充电装置柜宜布置在蓄电池室附近,这样可以减少由蓄电池出口至直流柜母线之间的电压降,以保证直流母线的电压水平,该电缆截面也不致选择太大。容量 200MW 级及以上的发电机组按单元机组设置专用的直流配电间,是为保证每台机组的安全运行和维护管理方便,避免相互影响。

7.1.2 直流电源成套装置中,采用 300Ah 以下阀控铅酸蓄电池组柜布置,由于蓄电池容量小,允许与其他直流柜一起布置在继电器室或配电间内。虽然阀控铅酸蓄电池是密封的,正常运行过程中基本没有氢气泄漏,但在均衡充电,特别是发生过充情况时,还会有氢气泄漏,如果房间没有良好的通风,氢气聚集,久而久之还是很危险的。尤其是无人值班变电站,更应多加注意。

7.1.3 直流分电柜要求布置在直流负荷中心附近,是为了缩短电缆长度和减小电缆截面。

7.1.4 由于目前直流柜采用与二次盘柜相同的外形尺寸,因此取消原规程表 8.1.4“运行和检修通道宽度表”,按现行行业标准《火力发电厂、变电站二次接线设计技术规程》DL/T 5136 的有关规定执行。

7.1.5 对于专用直流配电间的环境要求,在现行国家标准《大中型火力发电厂设计规范》GB 50660 中没有明确规定,考虑到直流配电间内二次设备对环境温度和湿度有一定的适应能力,直流配电间的工作环境是按照现行国家标准《计算机场地通用规范》GB/T 2887 的 B 级和 C 级水平要求的,其中温度和相对湿度按 C

级,温度变化率按 B 级。

7.1.6 单元机组蓄电池室按机组分别设置是为了避免机组之间的相互影响,保证各机组的安全运行。对于全厂(站)公用的蓄电池组,基于安全性的考虑,推荐 2 组蓄电池分别布置在单独房间,以提高运行安全性,避免全厂(站)公用设备失去直流电源情况的发生。

7.2 阀控式密封铅酸蓄电池组布置

7.2.1 根据目前电力工程的实际需要,阀控式密封铅酸蓄电池容量由“200Ah 以上”修改为“300Ah 及以上”。

7.2.2 因胶体式阀控式密封铅酸蓄电池内部液体为胶体,宜长期立放,以便使内部电化学反应均匀。若需要卧式安装,应根据厂家要求进行。

7.2.3 本条系原规程第 8.2.3 条的修改条文。将蓄电池安装整体高度由“不宜超过 1600mm”改为“不宜超过 1700mm”,与第 6.9.8 条一致。

7.3 固定型排气式铅酸蓄电池组和 镉镍碱性蓄电池组布置

7.3.1 固定型排气式铅酸蓄电池有酸雾排出,镉镍碱性蓄电池容量大于 100Ah 时重量和体积均比较大,故应设置专用的蓄电池室。考虑到蓄电池的重量较重,维护时要清洗地面等因素,故蓄电池室宜布置在 0m 层。

8 专用蓄电池室对相关专业的要求

8.1 专用蓄电池室的通用要求

8.1.4 蓄电池室内的照度和照明线敷设在现行行业标准《发电厂和变电站照明设计技术规定》DL/T 5390 中已有规定,故取消本标准条文中的相关内容。

8.1.7 蓄电池室的通风换气量在现行行业标准《火力发电厂采暖通风与空气调节设计技术规程》DL/T 5035 中已有规定,故取消本标准条文中的相关内容。

8.1.9 基于蓄电池室安全性的要求,且蓄电池有爆炸危险性,因此蓄电池室内不允许有与蓄电池无关的设备和通道。为防止事故时蓄电池组泄露的酸气、氢气危害到相邻的房间,腐蚀设备或造成危险,蓄电池室与相邻电气设备房间的隔墙不允许留有门窗和孔洞。

8.1.11 直流电源成套装置柜(含蓄电池柜)与其他二次盘柜布置在一个房间内时,该房间需要考虑对外机械通风,防止蓄电池排出氢气的长时间积聚。

8.2 阀控式密封铅酸蓄电池组专用 蓄电池室的特殊要求

8.2.1 温度对阀控式密封铅酸蓄电池组的寿命和容量影响较大,其工作环境温度宜控制在 $15^{\circ}\text{C}\sim 30^{\circ}\text{C}$ 。在极端严寒地区,最低工作环境温度可适当降低,但在蓄电池容量选择时需要考虑温度的影响,适当增大蓄电池容量。

附录 A 直流断路器选择

A.4 直流断路器的保护整定

A.4.1 直流断路器过负荷长延时脱扣特性整定。

根据现行国家标准《家用及类似场所用过电流保护断路器 第2部分:用于交流和直流的断路器》GB 10963.2 的相关规定,对于单极断路器额定直流电压不超过 220V,二极不超过 440V,额定电流不超过 125A。额定直流短路能力不超过 10kA 的直流断路器,直流断路器在基准温度 $(30^{\circ}\text{C} \pm \frac{5^{\circ}\text{C}}{0^{\circ}\text{C}})$ 下,断路器约定不脱扣电流是其额定电流的 1.13 倍,断路器约定脱扣电流是其额定电流的 1.45 倍。 $I_n \leq 63\text{A}$ 时,约定时间为 1h; $I_n > 63\text{A}$ 时,约定时间为 2h。

根据现行国家标准《低压开关设备和控制设备 第2部分:断路器》GB 14048.2 的相关规定,直流断路器在基准温度 $(30^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C})$ 下,约定不脱扣电流为 1.05 倍的整定电流;约定脱扣电流为 1.30 倍的整定电流。 $I_n > 63\text{A}$ 时,约定时间为 2h; $I_n \leq 63\text{A}$ 时,约定时间为 1h。

如果采用的直流断路器校准温度与基准温度不同,制造厂应给出关于脱扣器特性变化的资料。直流断路器过负荷长延时脱扣特性应与电缆载流量相匹配,以保证直流电缆运行的安全。

A.4.2 直流断路器短路瞬时保护(脱扣器)整定。

标准型二段式直流断路器:

- ①微型直流断路器:B型脱扣器瞬时脱扣范围为 $4I_n \sim 7I_n$;
C型脱扣器瞬时脱扣范围为 $7I_n \sim 15I_n$ 。

- ②塑壳直流断路器:瞬时脱扣整定值为 $10 \times (1 \pm 20\%) I_n$ 。

高精度二段式微型直流断路器:

针对标准型断路器瞬时脱扣范围比较大,不易实现上、下级断路器的选择性配合的问题,推荐高精度二段式微型直流断路器。

厂家 1:

高倍率、高精度二段式微型直流断路器脱扣器瞬时脱扣范围为 $12I_n \sim 15I_n$;

低倍率、高精度二段式微型直流断路器脱扣器瞬时脱扣范围为 $7I_n \sim 10I_n$ 。

厂家 2:

二段式微型断路器瞬时脱扣整定值为 $13 \times (1 \pm 10\%) I_n$ 。

A. 4.3 直流断路器短路短延时保护(脱扣器)的选择。

微型直流断路器:

短延时脱扣整定值为 $10 \times (1 \pm 20\%) I_n$, 瞬时脱扣动作范围为 $1200A \sim 1680A$ 。

塑壳直流断路器:

厂家 1:三段式塑壳直流断路器短延时脱扣整定值为 $10 \times (1 \pm 20\%) I_n$, 瞬时脱扣整定值根据其短时耐受值 I_{cw} (0.1s) 按不高于 $75\% I_{cw}$ 整定。

厂家 1:具有熔断器特性的选择性直流断路器短路短延时电流整定范围为 $5I_n \sim 7I_n$, 短路短延时动作时间为反时限特性。

厂家 2:短延时脱扣整定值为 $10 \times (1 \pm 20\%) I_n$, 瞬时脱扣整定值为 $18 \times (1 \pm 20\%) I_n$ 。需注意仅选用带短路短延时保护或瞬时脱扣没有灵敏系数时断路器的短时耐受电流问题。

A. 5 直流电源系统保护电器选择性配合电流比

典型的直流电源系统保护电器选择性配合计算案例

(1) 计算参数

设分层辐射形 110V 直流电源系统, 阀控密封式铅酸蓄电池组选择容量为 600Ah, 蓄电池组至直流柜距离按 20m 计算, 直流柜至直流分电柜距离按 50m 计算, 直流分电柜至直流终端负荷平

均距离按 20m 计算。

(2) 电缆截面选择及计算电阻

对有选择性配合要求回路的电缆, 电缆截面选择既要满足载流量要求, 同时电缆的电压降不大于规定值。一般按电压降要求选择的电缆截面比按载流量要求选择的截面面积要大。

1) L_1 电缆选择

L_1 电缆计算电流应大于蓄电池组 1 小时放电率电流, 即 $I_{ca1} \geq 5.5I_{10} = 330\text{A}$, 电缆允许电压降 $0.5\%U_n \leq \Delta U_{p1} \leq 1\%U_n$ 。按 $5.5I_{10}$ 电流的载流量可选择电缆截面积 185mm^2 , 按电压降计算 $S = \rho \times 2L_1 \times I_{ca1} / \Delta U_{p1} = 0.0184 \times 2 \times 20 \times 330 / 1.1 = 220.8(\text{mm}^2)$, 选 240mm^2 电缆。

$\Delta U_{p1} = 0.0184 \times 2 \times 20 \times 330 / 240 = 1.01(\text{V})$, $1.01 / 110 = 0.92\%U_n$, 符合标准要求。

2) L_2 电缆选择

根据本标准附录 E 表 E. 2-2, L_2 计算电流取 80A , 按载流量选择电缆截面积 25mm^2 ; 按电压降计算 $\Delta U_{p2} = 3\%U_n \sim 5\%U_n$, 取 $5\%U_n = 5.5\text{V}$, $S = 0.0184 \times 2 \times 50 \times 80 / 5.5 = 26.8(\text{mm}^2)$, 选 35mm^2 电缆。其压降为 $\Delta U_{p2} = 0.0184 \times 2 \times 50 \times 80 / 35 = 4.21(\text{V})$, $4.21 / 110 = 3.82\%U_n$, 符合标准要求。

3) L_3 电缆选择

根据本标准附录 E 表 E. 2-2, L_3 电缆截面积计算电流取 10A , 电缆截面积一般选用 4mm^2 。其压降为 $\Delta U_{p3} = 0.0184 \times 2 \times 20 \times 10 / 4 = 1.84(\text{V})$, $1.84 / 110 = 1.67\%U_n$, 大于标准要求 $\Delta U_{p3} = 1\%U_n \sim 1.5\%U_n$ 。此时, 电缆截面积也可选用 6mm^2 , 其压降为 $\Delta U_{p3} = 1.23 / 110 = 1.12\%U_n$, 符合标准要求。但标准还规定, L_2 和 L_3 电缆之间的电压降可适当调整, 使两根电缆压降之和不超过 $6.5\%U_n$ 。若 L_3 电缆选用 4mm^2 , 则 $L_2 + L_3$ 两根电缆压降之和 = $3.82\%U_n + 1.67\%U_n = 5.49\%U_n$, 不超过 $6.5\%U_n$, 所以 L_3 电缆仍可选用 4mm^2 电缆。

(3) 保护电器初选

按厂家 1 产品选用：

1) 蓄电池组出口熔断器 F_1 按 $5.5I_{10} = 330\text{A}$ 选择, 选用 NT2-355A 或选用 350A 具有熔断器特性的选择性直流断路器；

2) 直流柜至直流分电柜电源断路器 $S_2 \geq 1.20I_n$, 暂选用 100A 具有熔断器特性的选择性直流断路器(根据选择性配合计算后确定)；

3) 直流分电柜隔离开关 $G_1 = 1.20I_n$, 选用 100A 隔离开关；

4) 直流分电柜至直流终端回路电源断路器 $S_3 \geq 1.20I_n$, 根据经验暂选用 25A 微型断路器(根据选择性配合计算后确定)；

5) 测控柜(或开关柜)内终端断路器 $S_4 \leq 6\text{A}$, 选用 2A~6A 的 B 型脱扣器微型断路器。

按厂家 2 产品选用：

1) 蓄电池组出口熔断器 F_1 按 $5.5I_{10} = 330\text{A}$ 选择, 选用 NT2-355A 或选用 350A 三段式塑壳直流断路器；

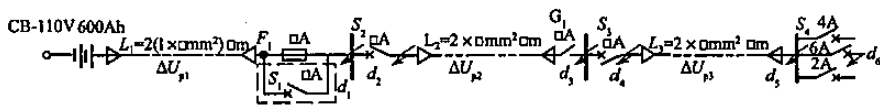
2) 直流柜至直流分电柜电源断路器 $S_2 \geq 1.20I_n$, 暂选用 125A 三段式塑壳直流断路器(根据选择性配合计算后确定)；

3) 直流分电柜隔离开关 $G_1 = 1.20I_n$, 选用 125A 隔离开关；

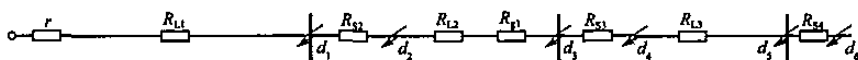
4) 直流分电柜至直流终端回路电源断路器 $S_3 \geq 1.20I_n$, 根据经验暂选用 32A 微型断路器(根据选择性配合计算后确定)；

5) 测控柜(或开关柜)内终端断路器 $S_4 \leq 6\text{A}$, 选用 2A~6A 的 B 型脱扣器微型断路器。

(4) 选择性配合计算网络及电阻图



(a) 计算网络图



(b) 计算电阻图

图 5 选择性配合计算网络及电阻图

(5) 短路电流计算

1) 根据计算网络及电阻图计算各电阻值。

r 为 110V、600Ah、52 只蓄电池组内阻, $r=11.83\text{m}\Omega$ (见附录 G 表 G. 2-1);

R_{L1} 为电缆 L_1 的电阻, $R_{L1}=0.0184\times 2\times 20/240=3.1(\text{m}\Omega)$;

F_1 或 S_1 内阻忽略不计;

R_{S2} 为 S_2 断路器内阻, $R_{S2}=0.3\times 2=0.6(\text{m}\Omega)$ (见附录 A 表 A. 6-1100A/125A 断路器内阻);

R_{L2} 为电缆 L_2 的电阻, $R_{L2}=0.0184\times 2\times 50/35=52.5(\text{m}\Omega)$;

R_{g1} 为 G_1 隔离开关内阻, $R_{g1}=0.3\times 2=0.6(\text{m}\Omega)$ (见附录 A 表 A. 6-1 100A/125A 断路器内阻);

R_{S3} 为 S_3 断路器内阻, $R_{S3}=3.1\times 2=6.2(\text{m}\Omega)$ (见附录 A 表 A. 6-1 25A 断路器内阻);

$R_{S3}=2.3\times 2=4.6(\text{m}\Omega)$ (见附录 A 表 A. 6-1 32A 断路器内阻);

R_{L3} 为电缆 L_3 的电阻, $R_{L3}=0.0184\times 2\times 20/4=184(\text{m}\Omega)$;

R_{S4} 为 S_4 断路器内阻, $R_{S4}=45\times 2=90(\text{m}\Omega)$ (见附录 A 表 A. 6-1 6A 断路器内阻)。

2) 计算各短路点的短路电流。

d_1 点的短路电流为:

$$I_{d1}=110/(r+R_{L1})=110/14.93=7.368(\text{kA});$$

d_2 点的短路电流为:

$$I_{d2}=110/(r+R_{L1}+R_{S2})=110/15.53=7.083(\text{kA});$$

d_3 点的短路电流为:

$$\begin{aligned} I_{d3} &= 110/(r+R_{L1}+R_{S2}+R_{L2}+R_{g1}) \\ &= 110/68.63=1.603(\text{kA}); \end{aligned}$$

d_4 点的短路电流为:

$$\begin{aligned} I_{d4} &= 110/(r+R_{L1}+R_{S2}+R_{L2}+R_{g1}+R_{S3}) \\ &= 110/74.83=1.47(\text{kA}); \end{aligned}$$

$$I_{d4} = 110 / (r + R_{L1} + R_{S2} + R_{L2} + R_{g1} + R_{S3}) \\ = 110 / 73.23 = 1.502(\text{kA});$$

d_5 点的短路电流为:

$$I_{d5} = 110 / (r + R_{L1} + R_{S2} + R_{L2} + R_{g1} + R_{S3} + R_{L3}) \\ = 110 / 258.83 = 425(\text{A});$$

$$I_{d5} = 110 / (r + R_{L1} + R_{S2} + R_{L2} + R_{g1} + R_{S3} + R_{L3}) \\ = 110 / 257.23 = 428(\text{A});$$

d_6 点的短路电流为:

$$I_{d6} = 110 / (r + R_{L1} + R_{S2} + R_{L2} + R_{g1} + R_{S3} + R_{L3} + R_{S4}) \\ = 110 / 348.83 = 315(\text{A});$$

$$I_{d6} = 110 / (r + R_{L1} + R_{S2} + R_{L2} + R_{g1} + R_{S3} + R_{L3} + R_{S4}) \\ = 110 / 347.23 = 317(\text{A}).$$

(6)保护电器选择及选择性配合分析

1) S_4 断路器选择

d_6 点预期最大短路电流为 315A。 S_4 断路器如选用标准型二段式 6A、B 型脱扣器微型直流断路器,断路器脱扣器瞬时脱扣值为 $7I_n = 7 \times 6 = 42(\text{A})$, $I_{d6} = 315\text{A} > 42\text{A}$, S_4 断路器瞬时动作可靠。

2) S_3 断路器选择

① S_3 断路器选用标准型二段式 C 型脱扣器微型直流断路器。

直流分电柜馈线断路器 S_3 选用标准型二段式 40A、C 型脱扣器微型断路器,瞬时脱扣值为 $7I_n = 7 \times 40 = 280(\text{A})$, $I_{d6} = 315\text{A} > 280\text{A}$,处于 S_3 断路器可能动作区间, S_3 与 S_4 配合可能无选择性。

② S_3 选用高精度二段式微型直流断路器。

厂家 1:

d_6 点最大预期短路电流为 315A,该断路器瞬时脱扣值为 $12I_n \sim 15I_n$,且具有大空程延迟动作特性。按断路器瞬时脱扣最小值与标准型二段断路器配合,当标准型二段断路器出口短路电流低于 S_3 的 $15I_n$ 时,厂家 1 的高精度微型直流断路器瞬时脱扣仍可返回(经试验验证)。因此 $15I_n > I_{d6} = 315\text{A}$,则 $I_n > 21\text{A}$, S_3 断

路器选用 25A 高精度二段式微型断路器即可满足选择性配合。 d_4 点短路电流 $I_{d4}=1470\text{A}$, S_3 断路器为 $15 \times 25=375(\text{A})$, 可靠动作, 满足 S_3 与 S_4 选择性配合和灵敏系数要求。

厂家 2:

d_6 点预期最大短路电流为 317A , 该断路器瞬时脱扣值为 $13 \times (1 \pm 10\%)I_n$ (动作范围 $11.7I_n \sim 14.3I_n$)。按断路器瞬时脱扣负误差值选用 $11.7I_n > I_{d6} = 317\text{A}$, 则 $I_n > 27.1\text{A}$ 。 S_3 断路器选用 32A 高精度二段式微型断路器可满足选择性配合。 d_6 点短路, S_3 断路器 [$11.7 \times 32 = 374.4(\text{A}) > 317\text{A}$]不动作, d_4 点短路 $I_{d4} = 1502\text{A}$, S_3 断路器 [$1502\text{A} > 14.3 \times 32 = 457.6(\text{A})$]可靠动作, 满足 S_3 与 S_4 选择性配合和灵敏系数要求。

③ S_3 选用三段式微型直流断路器, 其脱扣器特性见表 1。

表 1 三段式微型断路器脱扣器特性

序号	脱扣特性	试验电流	起始状态	脱扣时限	预期结果
1	过载长延时	$1.05I_n$	冷态	1h	不脱扣
2		$1.3I_n$	热态	$\leq 1\text{h}$	脱扣
3		$2I_n$	冷态	$5\text{s} \leq t \leq 60\text{s}$	脱扣
4	短路短延时	$8I_n$	$-5^\circ\text{C} \sim +70^\circ\text{C}$	$t \leq 0.2\text{s}$	不脱扣
5		$12I_n$		$0.007\text{s} \leq t \leq 0.040\text{s}$	脱扣
6		$12I_n \sim 1200\text{A}$		$\Delta t \leq 0.007\text{s}$	可返回不脱扣
7	短路瞬时	1200A	冷态	$t \leq 0.007\text{s}$	不脱扣
8		1680A		$t < 0.010\text{s}$	脱扣

注: 1 术语“冷态”指试验前没带负载, 且在基准温度 $30^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ 下进行。

2 术语“热态”指紧接着 $1.05I_n$ 不脱扣后做试验。

3 Δt 指短路短延时时间。

4 本表的执行标准为现行国家标准《低压开关设备和控制设备 第 2 部分: 断路器》GB 14048.2。

三段式微型断路器短路短延时脱扣值范围宽, 短路瞬时脱

扣值大。在本算例中,直流分电柜断路器出口 d_4 点短路预期最大短路电流约为 1.38kA (25A 微型断路器),则 S_3 三段式微型断路器瞬时短路保护 (1680A) 没有灵敏度,只能依靠短路短延时脱扣。根据规程要求,三段式微型断路器短时耐受电流应大于安装点最大预期短路电流,短路短延时也应满足要求。根据表 1 可知,三段式微型断路器应能承受 $1200\text{A}\sim 1680\text{A}$ 的短时耐受电流。

3) S_2 断路器选择

① S_2 选用二段式塑壳断路器。

由于 L_2 馈线末端 d_3 短路点与 S_3 出口 d_4 短路点距离很近, d_3 点短路电流与 d_4 点短路电流相差很小,要满足 S_2 与 S_3 断路器之间的选择性配合, S_2 按断路器瞬时脱扣负误差值选用 $8I_n > I_{d4} = 1470\text{A}$, $I_n > 184\text{A}$, S_2 选用二段式塑壳断路器 200A ,则在 d_3 点短路时 S_2 断路器瞬时短路保护不会动作 $10 \times (1 \pm 20\%) I_n$,只能用过载长延时来断开 d_3 短路点,长延时时间要超过 5s 以上。此时,直流母线电压可能下降到 80% 左右,对直流电源系统影响较大。

② S_2 选用具有熔断器特性的塑壳直流断路器。

具有熔断器特性的塑壳直流断路器短路短延时脱扣电流值为 $5I_n \sim 7I_n$ 。 S_2 断路器按断路器在 $I_{d4} = 1.47\text{kA}$ 短路电流时可返回时间不小于 20ms 来选取,由于该直流断路器短路短延时动作范围内可返回时间均不小于 20ms ,因此只需 $5I_n$ 大于 S_3 瞬动值 (375A) 或短路短延时动作启动最大值即可,可选用 100A 具有熔断器特性的塑壳直流断路器。

③ S_2 选用三段式塑壳直流断路器。

三段式塑壳直流断路器瞬时脱扣值为 $18 \times (1 \pm 20\%) I_n$, S_2 断路器选择按断路器 $14.4I_n > I_{d4} = 1.502\text{kA}$, $I_n > 104.3\text{A}$, S_2 选用 125A 三段式塑壳直流断路器可满足选择性配合要求。 S_2 断路器瞬时脱扣灵敏系数 $= 7083/2700 = 2.62 > 1.2$ 。

三段式塑壳直流断路器短路短延时脱扣值为 $10 \times (1 \pm 20\%) I_n$ 、10ms,在馈线末端 d_3 点短路 $I_{d3} = 1603\text{A} > 12I_n = 1500\text{A}$,断路器短路短延时脱扣器能可靠动作。

如果选用140A三段式塑壳直流断路器,在馈线末端 d_3 点短路 $I_{d3} = 1603\text{A} < 12I_n = 1680\text{A}$,断路器处于短路短延时10ms脱扣可动可不动区域,不能保证断路器可靠动作。若依靠过载,长延时脱扣动作时间约为1s。

4) 蓄电池组出口保护电器选择

① 蓄电池组出口熔断器 F_1 选择。

蓄电池组出口熔断器 F_1 按 $5.5I_{10} = 330\text{A}$ 或馈线最大断路器额定电流的2倍(设馈线最大断路器=140A)二者取较大值选择,选用NT2-355A。 d_2 点的短路电流为7.083kA,熔断器在 d_2 点短路时的弧前面时间约为40ms,满足 F_1 与 S_2 选择性配合要求。

② 蓄电池组出口断路器 S_1 选择。

厂家1:

S_1 断路器选用具有熔断器特性的选择性直流断路器, S_1 与 S_2 均为具有熔断器特性的塑壳直流断路器时,只需保证 S_1 额定电流不小于3倍的 S_2 额定工作电流即可实现选择性,因此, S_1 选用350A塑壳直流断路器与 S_2 的100A塑壳直流断路器可以实现选择性。

厂家2:

S_1 断路器选用三段式塑壳断路器。断路器选择条件与熔断器相同,选用350A塑壳断路器。为了满足 S_1 与 S_2 断路器之间的选择性配合, S_1 断路器取消瞬时脱扣部分,用短路短延时脱扣实现保护配合。短延时脱扣值为 $10 \times (1 \pm 20\%) I_n$,短延时时间 \geq 下级断路器短延时时间+30ms。灵敏系数为 $10I_n \times 120\% = 10 \times 350 \times 120\% = 4.2(\text{kA})$, $7.368/4.2 = 1.75 > 1.2$ 。断路器短时耐受电流 $\geq 8.5\text{kA}$ 。

(7) 直流保护电器选择性配合结果

表 2 直流保护电器选择性配合结果

短路点	熔断器 F_1 / 塑壳断路器 S_1 (熔断器特性/ 三段式)	塑壳断路器 S_2 : (熔断器特性/ 三段式)		微型断路器 S_3 : (高精度二段式)		微型断路器 S_4 : (标准二段式)	选择性
	355A/350A	厂家 1 100A	厂家 2 125A	厂家 1 25A	厂家 2 32A	6A(二段式)	
I_{d6}	不动作	不动作		不动作		动作	有选择性
I_{d4}	不动作	不动作		动作		—	有选择性
I_{d2}	不动作	动作		—		—	有选择性
I_{d1}	熔断器反时限 断路器短延时	—		—		—	有选择性

(8) 直流电源系统保护电器选择性配合说明

1) 根据工程实际状况, 保护柜、测控柜以及高/低压厂(站)用配电装置内的直流终端断路器额定电流一般不大于 6A, 当确定冲击负荷不大于 4 倍的断路器额定电流时, 终端断路器推荐采用 B 型微型直流断路器, 主要是考虑与上级直流分电柜馈线开关的 C 型微型直流断路器配合。

2) 在发电厂中, 直流分电柜一般布置在交流配电间, 离直流终端设备较近, 而变电站中直流分电柜一般布置在继电保护小室, 有时距离直流终端设备较远, 分电柜馈线电缆长度与直流柜至直流分电柜电缆长度差不多, 在这种情况下, 可适当调整两段电缆允许压降的分配比例, 使电缆截面的选择更合理。但要注意总电压降不能超过允许的直流电源系统标称电压的 6.5%。

由于各个厂家产品和不同系列产品的特性不尽相同, 它们配合的额定电流比值也会不同, 设计中应根据实际情况计算后选用。在表 A. 5-1、表 A. 5-2 中提供了标准的直流保护电器选择性配合表, 对于按国家标准生产的直流断路器均适用。表 A. 5-3、表

A. 5-4中分别提供了根据国内两个厂家产品所做的直流电源系统保护电器选择性配合表,供在实际工程中选用。

3)表 A. 5-5 蓄电池出口保护电器选择性配合表中,提供的熔断器和直流断路器额定电流值是按事故停电时间的蓄电池放电率电流选择的,但在实际工程中,还应校核是否满足直流柜母线最大一台馈线断路器额定电流的 2 倍。对于分层辐射形系统直流保护电器选择配合,蓄电池出口保护电器额定电流一般均会大于表中数值。

附录 C 蓄电池选择

C.1 蓄电池参数选择

对于控制负荷,蓄电池放电终止电压改为 $87.5\%U_n$ 。对附录 C 第 C.1.4 条中蓄电池参数选择表作相应修改,取消 48V、24V 蓄电池选择相关数据。

C.2 蓄电池容量选择

对于蓄电池容量选择计算方法,保留了原阶梯算法(HOX-IE 公式)计算方法,并将“电压控制法”改为“简化算法”,计算过程不变。

“电压控制法”改为“简化算法”是因为本次修编对电缆选择作了较大的调整,对从蓄电池组出口端至终端负荷的每一段电缆允许电压降都给出了具体数据,便于电缆和保护电器的选择,尤其有利于保护选择性配合的计算,因此已不再需要进行实际母线最低电压的计算,从而简化了计算过程,也减小了蓄电池的试验工作量,如取消冲击放电曲线等。

“简化算法”和“阶梯算法”的差别在于:前者是以容量换算,并用初期(1min)冲击负荷电流计算出实际最低母线电压值和校验计算容量;后者是用电流换算,事先设定母线电压值,不再进行校验计算,因最终选择的蓄电池容量总是大于计算值,所以,实际最低母线电压值只高不低。二者使用的系数可以互换,本质相同。

蓄电池容量选择计算的说明如下:

(1)简化算法是将负荷分为初期冲击负荷和持续负荷,分别计算出所需容量,然后取较大值;阶梯算法是将全部负荷视为不

同大小的阶梯,按阶梯计算所需容量,然后取较大值。

(2)简化计算法的计算时间只有 1min、0.5h、1.0h、2.0h 等整数,计算相对简化,可少计算一个阶梯。简化计算法与阶梯计算法的计算结果很相近。

(3)当蓄电池厂家能够提供完整的容量换算系数时,宜采用“阶梯计算法”计算蓄电池容量。当蓄电池厂家只能提供相应时间的放电电流值时,宜采用“简化计算法”选择蓄电池。

(4)采用“简化计算法”的具体步骤如下:

第一步选定蓄电池放电终止电压 1.80V、1.83V、1.85V、1.87V 等;

第二步取某一容量、某一时段的放电电流除以 10h 放电率的放电容量 C_{10} ,即为该时间段的容量换算系数 K_c ,如 600Ah、1.85V 的蓄电池 1.0h 的放电电流为 301A,则 1.0h 容量换算系数 $K_c = 301/600 = 0.502$ 。最直观的是容量 1000Ah 档,将各时间段的放电电流除以 1000,即可得出相应时间段的 K_c 值,无需再进行计算。

C.3 蓄电池容量换算系数表和冲击放电曲线

蓄电池容量换算系数表中取消了原规程条文中容量系数 K_c 及相关数据。

附录 E 电缆截面选择

E.1 计算公式

E.1.1 按现行国家标准《低压电气装置 第4-43部分:安全防护 过电流保护》GB 16895.5的规定:

(1)导体与保护电器的配合,防止电缆过负荷的保护电器的工作特性应满足下列两个条件:

$$1) I_B \leq I_n \leq I_z;$$

$$2) I_2 \leq 1.45 I_z。$$

式中: I_B ——回路的计算电流(A);

I_n ——保护电器的额定电流(A);

I_z ——电缆持续载流量(A)(见 IEC 标准《建筑物电气装置 第五部分 第523节 载流量》IEC 60364-5-523:1983);

I_2 ——保证保护电器在约定时间内可靠动作的电流(A)。

(2)每个短路保护电器应满足下列两个条件:

1)分断能力不应小于保护安装处的预期短路电流;

2)在回路任一点上由短路引起的所有电流,应在不超过该电流使导体达到允许的极限温度的时间内分断。

对于持续时间不超过5s的短路,极限温度时间可近似地用下式计算:

$$\sqrt{t} = k \times \frac{S}{I_d}$$

式中: t ——持续时间(s);

K ——导体温度系数,铜导体绝缘 PVC $\leq 300\text{mm}^2$ 取 115, XLPE 取 143;

S ——电缆截面(mm^2);

I_d ——短路电流(A)。

E. 1.2 直流电源系统各段电缆与保护电器的配合说明。

(1)根据国际电工委员会《建筑物电气装置 第五部分 第523节 载流量》IEC 60364-5-523:1983中的规定,考虑电缆绝缘型式和电缆敷设方式,确定与直流电源系统保护电器配合的电缆截面。

1) S_3 直流断路器:

厂家1 高精度二段式微型断路器 $I_n = 25\text{A}$, 电缆截面为 4mm^2 ;

厂家2 高精度二段式微型断路器 $I_n = 32\text{A}$, PVC 电缆截面为 6mm^2 , XLPE 电缆截面为 4mm^2 。

2) S_2 直流断路器:

厂家1 具有熔断器特性的塑壳断路器 $I_n = 100\text{A}$, 电缆截面为 35mm^2 ;

厂家2 三段式塑壳断路器 $I_n = 125\text{A}$, PVC 电缆截面为 50mm^2 , XLPE 电缆截面为 35mm^2 。

3) F_1/S_1 直流保护电器:

厂家1 350A 具有熔断器特性塑壳断路器;

厂家2 350A 三段式塑壳断路器。

XLPE 电缆截面为 240mm^2 。

(2)导体与保护电器的配合校验。

1)直流塑壳断路器 S_1 与 L_1 电缆的配合。

对于短路电流 $I_{d1}(7368\text{A})$, 直流断路器保护动作切除故障时间 $t = t_p + t_b$, 其中 t_p 为短延时保护时间, 取 $30\text{ms} \sim 60\text{ms}$; t_b 为塑壳断路器全分断时间, 为 $20\text{ms} \sim 50\text{ms}$ 。保护动作最大切除故障时间 $t = t_p + t_b = 110\text{ms}$ 。XLPE 导体温度系数 $k = 143$, 电缆截面为 240mm^2 。

$$\sqrt{t} = k \times \frac{S}{I_d} = 4.658(\text{s}) \quad t = 21.7\text{s} > 0.11\text{s}$$

选用的交联聚乙烯电缆允许极限温度的持续时间远大于故障切除时间。

对于过负荷保护,选用的直流断路器 S_1 满足下列要求:

$$I_B = 330\text{A} \leq I_n = 350\text{A} \leq I_z = 400\text{A};$$

$$I_2 = 1.3 \times 350 \leq 1.45 I_z = 1.45 \times 400$$

因此,直流断路器 S_1 能够作为 L_1 电缆过负荷保护。

2) 直流塑壳断路器 S_2 与 L_2 电缆的配合。

对于短路电流 I_{ds} (1603A), 直流断路器保护动作切除故障时间 $t = t_p + t_b$, 其中 t_p 为短延时保护时间, 取 20ms~40ms; t_b 为塑壳断路器全分断时间, 为 20ms~50ms。保护动作最大切除故障时间 $t = t_p + t_b = 90\text{ms}$ 。PVC 导体温度系数 $k = 115$, 电缆截面为 35mm^2 。

$$\sqrt{t} = k \times \frac{S}{I_d} = 2.51(\text{s}) \quad t = 6.3\text{s} > 0.09\text{s}$$

选用的 PVC 电缆允许极限温度的持续时间大于故障切除时间。

对于过负荷保护,选用的直流断路器 S_2 满足下列要求:

$$I_B = 80\text{A} \leq I_n = 125\text{A} \leq I_z = 130\text{A};$$

$$I_2 = 1.3 \times 125 \leq 1.45 I_z = 1.45 \times 130$$

因此,直流断路器 S_2 能够作为 L_2 电缆过负荷保护。

3) 直流微型断路器 S_3 与 L_3 电缆的配合。

对于短路电流 I_{ds} (428A), 直流断路器保护动作切除故障时间 $t = t_p + t_b$, 当采用二段式直流断路器时, $t_p = 0$; 当采用三段式直流断路器时, t_p 为短延时保护时间, 取 10ms, t_b 为小型断路器全分断时间, 小于 10ms。保护动作切除故障时间 $t = t_p + t_b = 10\text{ms} \sim 20\text{ms}$ 。PVC 导体温度系数 $k = 115$, 电缆截面为 4mm^2 。

$$\sqrt{t} = k \times \frac{S}{I_d} = 1.075(\text{s}) \quad t = 1.16\text{s} > 0.02\text{s}$$

选用的 PVC 电缆允许极限温度的持续时间大于故障切除时间。

对于过负荷保护,选用的厂家 1 直流断路器 S_3 满足下列要求:

$$I_B = 10A \leq I_n = 25A \leq I_z = 25A;$$
$$I_2 = 1.45 \times 25 \leq 1.45 I_z = 1.45 \times 25$$

因此,厂家 1 直流断路器 S_2 能够与 L_2 电缆截面 4mm^2 相匹配。

选用的厂家 2 直流断路器 S_3 , $I_n = 32A$,若仍采用 4mm^2 的 PVC 电缆,不满足标准规定。电缆截面采用 6mm^2 , $I_B = 10A \leq I_n = 32A \leq I_z = 32A$; $I_2 = 1.45 \times 32 \leq 1.45 I_z = 1.45 \times 32$,满足标准规定。因此,厂家 2 直流断路器 S_2 能够与 L_2 电缆截面 6mm^2 相匹配。

(3)在根据选择性配合原则选择各级直流断路器后,还应注意校核直流断路器与电缆截面之间是否满足匹配要求,以确保在过负荷电流流过电缆导体引起的温升造成损害前,直流断路器反时限过电流保护能够分断过负荷电流。但有时可能出现满足选择性要求的直流断路器,却不满足与电缆的匹配要求或反之,在这种情况下,推荐采用高精度直流断路器或三段式直流断路器,尽可能降低直流断路器额定电流,也可采用载流量较大的 XLPE 电缆替代 PVC 电缆,以实现直流断路器与电缆截面的匹配。

附录 G 蓄电池短路电流计算和参考数值表

G.1 蓄电池短路电流计算

G.1.1 增加了蓄电池的短路计算要求：

1 直流电源系统短路电流计算电压由原来的蓄电池开路电压改为系统标称电压。因为不同类型蓄电池开路电压是不同的，为简化计算，统一采用系统标称电压。

2 短路计算中不计及充电装置助增电流及直流电动机反馈电流。直流电源系统故障时，充电装置的助增电流及直流电动机反馈电流是存在的，但要准确计算，需参照交流短路电流的计算方法，比较麻烦。为此，在蓄电池短路电流计算时进行了技术处理，对直流母线短路电流计算结果作了适当调整。

G.2 蓄电池组电阻及出口短路电流参考数值表

根据蓄电池短路计算要求，对表 G.2-1 阀控式密封铅酸蓄电池组电阻及出口短路电流值进行了修改。由于蓄电池个数不同，同容量蓄电池短路电流有差异，所以将不同个数蓄电池组的短路电流分别列出。

S/N:1580242·580



DL/T 5044—2014
代替 DL/T 5044 — 2004
DL/T 5120 — 2000



中华人民共和国电力行业标准
电力工程直流电源系统
设计技术规程

DL/T 5044—2014

代替 DL/T 5044—2004

DL/T 5120—2000

☆

中国计划出版社出版

网址: www.jhpress.com

地址: 北京市西城区木樨地北里甲 11 号国宏大厦 C 座 3 层

邮政编码: 100038 电话: (010) 63906433 (发行部)

新华书店北京发行所发行

北京市科星印刷有限责任公司印刷

850mm×1168mm 1/32 4.5印张 114千字

2015年2月第1版 2015年2月第1次印刷

印数 1—5000册

☆

统一书号: 1580242·580

定价: 41.00元

版权所有 侵权必究

侵权举报电话: (010) 63906404

如有印装质量问题, 请寄本社出版部调换